

Departement für Nutztiere
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. H. Bollwein

Arbeit unter wissenschaftlicher Betreuung von Prof. em. Dr. Dr. h. c. U. Braun

**Ultraschalluntersuchungen zur Verabreichung verschiedener Milchmengen
bei Kälbern**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Manon Kochan

Tierärztin

aus Königs Wusterhausen, Deutschland

genehmigt auf Antrag von
Prof. em. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent
Prof. Dr. S. Ohlerth, Korreferentin

Zürich, 2017

Meiner Familie und meinem Partner Michael

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	4
2. SUMMARY	5
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	6
4. LITERATURÜBERSICHT	8
4.1. Kolostrum- und Milchmengenangaben	8
4.2. Grösse der Kälbermägen und Fassungsvermögen	9
4.3. Abomasale Entleerungsrate	10
4.4. Drenchen	11
4.5. Laktatstoffwechsel	12
4.6. Restriktive Fütterung versus ad-libitum-Fütterung	14
4.7. Sonographische Befunde an Haube, Pansen, Labmagen und Duodenum	15
5. MATERIAL UND METHODIK	18
5.1. Untersuchte Tiere	18
5.2. Einfluss unterschiedlicher Milchmengen	18
5.2.1. Gruppe A: 12 % Milch	18
5.2.2. Gruppe B: 16 % Milch	19
5.2.3. Gruppe C: Milch ad libitum	19
5.3. Drenchergruppe: Milchverabreichung mittels eines Drenchers	19
5.4. Voruntersuchungen	20
5.5. Untersuchung der Blutproben	20
5.6. Untersuchung der Harnproben	20
5.7. Untersuchung des Pansensafts	21
5.8. Haltung und Fütterung der Kälber	21
5.9. Methodik der sonographischen Untersuchung	22
5.9.1. Sonographisch untersuchte Organe	22
5.9.2. Vorbereitung der Kälber	22
5.9.3. Ultraschallgerät	22
5.9.4. Sonographische Untersuchungen	22
5.10. Bestimmung der Milchschrücke	24
5.11. Statistik	24
5.12. Tierversuchsbewilligung	24
5.13. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen	24

6. ERGEBNISSE	26
6.1. Befunde der Voruntersuchungen	26
6.1.1. Klinische Befunde	26
6.1.2. Hämatologische und biochemische Blutbefunde	26
6.1.3. Harnbefunde	26
6.2. Gesundheitszustand der Kälber während der Untersuchungsperiode	26
6.3. Erkrankungen während der Untersuchungszeit	27
6.4. Ultraschallbefunde bei der Verabreichung verschiedener Milchmengen (Gruppen A, B, C)	28
6.4.1. Haube vor, während und nach dem Tränken	28
6.4.2. Pansenvorhof vor und ventraler Pansensack vor und nach dem Tränken	28
6.4.3. Labmagen vor, während und nach dem Tränken	30
6.4.4. Duodenum vor und nach dem Tränken	30
6.5. Schluckverhalten in Abhängigkeit von der aufgenommenen Milchmenge	33
6.5.1. Anzahl Schlucke pro Minute	33
6.5.2. Anzahl Schlucke pro Liter Milch	33
6.5.3. Pro Schluck getrunzene Milchmenge	34
6.6. Aufgenommene Milchmengen Gruppe C	35
6.7. Tageszunahmen der Gruppen A, B und C	36
6.8. Untersuchungen bei 6 gedrenchten Kälbern (Gruppe D)	38
6.8.1. Haube vor, während und nach dem Drenchen	38
6.8.2. Ventraler Pansensack vor, während und nach dem Drenchen	39
6.8.3. Labmagen vor, während und nach dem Drenchen	39
6.8.4. Pansensaftbefunde vor und nach dem Drenchen	39
6.8.5. Blutbefunde vor, während und nach dem Drenchen	41
6.8.6. D-Laktat-Konzentration bei 6 Kälbern der Gruppe D	43
7. DISKUSSION	45
7.1. Erkrankungen während der Untersuchungszeit	45
7.2. Untersuchungen bei den Kälbern der Gruppen A, B und C	45
7.2.1. Sonographische Untersuchungen	45
7.2.2. Schluckverhalten in Abhängigkeit von der Milchmenge	49
7.2.3. Schluckzahl pro Minute (Gruppen A, B und C)	50
7.2.4. Schluckzahl pro Liter Milch (Gruppen A, B und C)	50
7.2.5. Pro Schluck getrunzene Milchmenge (Gruppen A, B und C)	50
7.2.6. Ad-libitum-Milchaufnahme (Gruppe C)	50
7.2.7. Tageszunahmen der Kälber der Gruppen A, B und C	51
7.3. Untersuchungen bei den gedrenchten Kälbern	52
7.3.1. Sonographische Befunde	52
7.3.2. Pansensaftbefunde vor und nach dem Drenchen	52

7.3.3. Blutgasbefunde bei den gedrenchten Kälbern	53
7.4. Schlussbemerkung	54
8. LITERATURVERZEICHNIS	55
9. ANHANG	64
10. LEBENSLAUF	78
11. DANKSAGUNG	79

1. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Dissertation wurde untersucht, in welche Mägen die Milch gelangt, wenn Kälber mit unterschiedlichen Milchmengen getränkt werden (12 und 16 % des Körpergewichts sowie ad libitum).

Im ersten Versuch wurden je 6 Holstein-Kälber (Gruppen A, B, C) mit den genannten Milchmengen getränkt. Die Milch wurde mit einem Plastikeimer mit Sauger am Eimerboden und einer Temperatur von 39.0 °C vertränkt. Die Untersuchungen wurden von der 2. bis 6. Lebenswoche jeweils an 2 Tagen morgens durchgeführt. Die Kälber wurden vor, während und nach der Tränke sonographisch untersucht und es wurde überprüft, ob sich die Milch in Haube, Pansenvorhof, ventralem Pansensack, Labmagen oder Duodenum befand. Bei allen Kälbern war die Milch 15 Minuten nach dem Tränken im Labmagen und bei keinem Kalb in der Haube. Die ad libitum getränkten Tiere wiesen höhere durchschnittliche Tageszunahmen auf als die Kälber, die mit 12 und 16 % des Körpergewichts pro Tag getränkt wurden.

Im zweiten Versuch wurden 6 Kälber (Gruppe D) dreimal im Abstand von 12 Stunden mit Milch in einer Menge von 6 % des Körpergewichts gedrencht und sonographisch untersucht. Die Milch konnte nach dem Drenchen sonographisch sowohl in der Haube als auch im Labmagen dargestellt werden. Nach der dreimaligen Eingabe von Milch im Abstand von 12 Stunden in einer Menge von 6 % des Körpergewichts wichen der Blut-pH-Wert und die Basenabweichung nicht von der Norm ab. Die D-Laktat-Werte im Serum stiegen jedoch innerhalb der nächsten 36 Stunden von 0.15 auf 1.70 und im Pansensaft von 0.48 auf 34.86 mmol/l an.

Aus den Untersuchungen bei den Gruppen A bis C wurde geschlossen, dass der Schlundrinnenreflex immer ausgelöst wurde und die Milch deshalb in den Labmagen floss. Bei der Gruppe D konnte trotz dreimaligem Drenchen keine klinische Erkrankung der Kälber festgestellt werden, obwohl die Milch in die Vormägen gelangte.

2. SUMMARY

This study investigated whether milk is conducted to the forestomachs or abomasum in calves fed milk at different amounts from a bucket or via an oesophageal feeder. In experiment 1, 18 calves were divided into three groups of six: Milk was fed at 12% body weight in group A, at 16% of body weight in group B and free choice in group C. The daily amount of milk consumed by calves of group C varied but was similar to group B. The milk was warmed to 39 °C and fed via a nipple that was attached to the side of a bucket near the bottom. All calves were examined sonographically before, during and after feeding on two mornings every week from the 2nd to the 6th week of life to determine whether the milk travelled to the reticulum, dorsal or ventral blind sacs of the rumen, abomasum or duodenum. In all calves, the ingested milk was seen in the abomasum 15 minutes after the end of feeding, and milk was not seen in the reticulum of any calves. The calves fed free-choice milk had higher daily gains than the calves of the other two groups.

In experiment 2, six calves (group D) were fed milk at 6% of body weight with an oesophageal feeder every 12 hours for three feedings. Milk was observed in the reticulum and abomasum during and for 15 minutes after feeding. After the third feeding, the blood pH and base excess were within the respective reference intervals, but the concentration of D-lactate in serum and ruminal fluid increased from 0.15 to 1.70 and from 0.48 to 34.86 mmol/l, respectively, within 36 hours.

The results of experiment 1 indicated that the oesophageal groove reflex was induced in all calves, thereby conducting the ingested milk directly into the abomasum. In experiment 2, calves did not become clinically ill after three tube-feedings even though some of the milk was deposited into the reticulum.

3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Jahrelang wurde die Auffassung vertreten, dass Kälber mit einer Milchmenge in Höhe von 10 bis 12 % des Körpergewichts, verteilt auf zwei Mahlzeiten, getränkt werden sollen (JEROCH et al., 2008; RADEMACHER, 2013; KAMPHUES et al., 2014). Es wurde argumentiert, dass der Labmagen des Kalbes keine grösseren Mengen an Milch fassen könne und dass bei grösseren Mengen die Gefahr eines Zurückfliessens von Milch in die Vormägen bestünde, was zu Verdauungsstörungen, insbesondere zu Pansenazidose führen könne (RADEMACHER et al., 2003). In letzter Zeit wurde diese Meinung dahingehend revidiert, Kälber von Geburt an ad libitum zu tränken (MACCARI et al., 2012), um eine bessere Energieversorgung und höhere Tageszunahmen zu erreichen. Kälber entwickeln auf diese Weise auch ein widerstandsfähigeres Immunsystem und können dadurch besser mit möglichen äusseren Stressoren (z. B. Kälte, Infektionsdruck usw.) umgehen (MACCARI et al., 2012).

Es existieren bereits verschiedene Studien zur sonographischen Untersuchung im Zusammenhang mit der Milchtränke bei Kälbern. KRÜGER (2012) untersuchte die Vormägen und den Labmagen bei Kälbern innerhalb der ersten 100 Lebensstage 3.0 bis 5.5 Stunden nach einer Milchtränke mit einer Milchmenge von 12 % des Körpergewichts. Zusätzlich wurde der Labmagen während und unmittelbar nach der Tränke untersucht und vermessen. Ebenfalls wurden Haube, Pansen, Psalter und Labmagen sonographisch untersucht (BRAUN und GAUTSCHI, 2012). BRAMMERTZ (2014) klärte ab, inwieweit unterschiedliche Milchtemperaturen, Tränkeformen und Milchaustauscherkonzentrationen einen Einfluss auf den Schlundrinnenreflex haben. Sie stellte fest, dass der Schlundrinnenreflex durch die oben genannten Faktoren nicht beeinflusst wurde und bei ihren Versuchskälbern bis zum 120. Lebenstag immer ausgelöst werden konnte.

Ein Ziel der vorliegenden Dissertation war es, abzuklären, wohin die Milch gelangt, wenn Kälber unterschiedliche Milchmengen (12 und 16 % des Körperge-

wichts verteilt auf 2 Mahlzeiten sowie ad libitum) erhalten. Weiterhin sollte überprüft werden, wie viel Milch Kälber tatsächlich aufnehmen, wenn ihnen diese morgens und abends für 30 Minuten zur freien Verfügung steht.

In einem zweiten Versuch wurden 6 Kälber mit 6 % des Körpergewichts gedrencht und es wurde überprüft, ob die Milch in das Ruminoreticulum oder in den Labmagen gelangt.

4. LITERATURÜBERSICHT

4.1. Kolostrum- und Milchmengenangaben

In den ersten Lebenstagen bekommen Kälber Kolostralmilch (Biestmilch, Kolostrum) als alleiniges Futtermittel. Zusätzlich ist in der Schweiz im Artikel 37 Absatz 1 der Tierschutzverordnung geregelt, dass Kälber ab dem ersten Lebenstag Wasser zur freien Verfügung haben müssen. Vor allem bei Hitze oder bei Durchfallerkrankungen reicht die Milch nicht aus, um den Flüssigkeitsbedarf zu decken. Die Biestmilch muss auf die Bedürfnisse des Kalbes abgestimmt sein. Dazu gehören viele leicht verdauliche Nährstoffe sowie ein hoher Mineralstoff-, Vitamin- und Immunglobulingehalt.

Bezüglich der zu verfütternden Menge an Kolostrum und Milch bzw. Milchaustauscher sowie der Tränkehäufigkeit existieren unterschiedliche Empfehlungen (BURGSTALLER, 1979; JEROCH et al., 2008; KASKE et al., 2009; KIRCHGESSNER, 2011). BURGSTALLER (1979) tendierte zu kleinen Portionen und empfahl drei bis vier Mahlzeiten mit jeweils 0.75 - 1.0 Liter, am zweiten und dritten Lebenstag dreimal bis zu 1.5 Liter sowie vom 4. bis 7. Lebenstag zweimal pro Tag bis zu 3.0 Liter. Nach JEROCH et al. (2008) sollte ein Kalb am ersten Lebenstag 1.0 Liter innerhalb der ersten drei Lebensstunden und eine wiederholte Gabe von 1.0 Liter nach vier bis sechs Stunden erhalten. Ab dem zweiten Lebenstag wurde, ausgehend von 2.5 Litern Milch pro Tag, eine tägliche Steigerung der Milchmenge um 0.5 Liter empfohlen. Am Ende der ersten Lebenswoche sollen 11 bis 12 % des Körpergewichts am Tag vertränkt werden. KASKE et al. (2009) waren der Meinung, dass eine intensive Fütterung (im Sinne einer ad-libitum-Tränke) der Kälber in den ersten Lebenswochen einen positiven Effekt auf das später erwachsene Tier hat. Nach KIRCHGESSNER (2011) sollte ein Kalb am ersten Lebenstag zur ersten Mahlzeit 2.5 - 3.0 Liter und anschliessend zwei bis drei Tränken mit jeweils 1.0 - 1.5 Litern erhalten. Bei 2 bis 3 Tränkegaben wurden am zweiten und dritten Lebenstag je 2.0 - 3.0 Liter und vom vierten bis zum siebten

Lebenstag je 2.5 - 3.0 Liter empfohlen. Von einer Ausnahme abgesehen (Kaske et al., 2009), waren sich alle Autoren einig, dass die Tränkemenge auch vom Geburtsgewicht abhängig ist, welches individuell und rasseabhängig sehr unterschiedlich ist.

4.2. Grösse der Kälbermägen und Fassungsvermögen

Während der Embryonalentwicklung sind bei einer Scheitel-Steiss-Länge von 22 mm alle vier Magenkompartimente in etwa gleich gross. Zur Zeit der Drehung des Magens um die Längsachse um 90 Grad nach links hat der Pansen das grösste Volumen. Nach dieser Drehung wächst der Labmagen (Drüsenmagen des Wiederkäuers) schneller als die Vormägen. Bei der Geburt und während der ersten Lebenswochen ist der Labmagen die grösste der vier Abteilungen. Erst einhergehend mit der zunehmenden Raufutteraufnahme des Kalbes nimmt der Pansen an Volumen zu und entwickelt sich schlussendlich zum grössten Kompartiment (SCHNORR und KRESSIN, 2011).

Bei computertomographischen Untersuchungen an Kälbern von der Geburt bis zum 105. Lebenstag waren die Vormägen am 1./2. Lebenstag rudimentär ausgebildet (SCHNETZLER, 2012). Sie konnten schwer vom umliegenden Gewebe differenziert werden. Auch der Pansenvorhof war nicht immer zu erkennen. Zu diesem Zeitpunkt konnten der dorsale und der ventrale Pansensack schon unterschieden werden. Ab dem 19./20. Lebenstag konnten die beiden Pansensäcke und der Labmagen gut von der Umgebung abgegrenzt werden. Über den Untersuchungszeitraum von 105 Tagen war eine starke Grössenzunahme aller drei Vormägen zu beobachten. Der Labmagen war am 1./2. Lebenstag prominent und blieb über die gesamte Untersuchungszeitspanne in etwa gleich gross. Zwischen dem 40./43. und 61./64. Lebenstag wurde der Pansen massiv grösser. Die Länge der Haube nahm während der Untersuchungsperiode von 4.1 auf 12.1 cm und die Breite von 3.7 auf 20.9 cm zu. Die Länge des Ruminoretikulums stieg von 17.9 auf 61.7 cm und die

Breite des Pansens von 7.2 auf 35.7 cm. Die Länge des Labmagens änderte sich während der Untersuchungsperiode nicht. Im Gegensatz dazu erhöhte sich seine Breite signifikant von 10.6 auf 17.3 cm (SCHNETZLER, 2012).

Laut FLOR et al. (2012) war das Volumen des Pansens direkt nach der Geburt und auch nach der Eingabe von 1.2 l Kolostrum mit einer Oesophagussonde grösser als dasjenige des Labmagens. Erst bei der ad-libitum-Aufnahme von Kolostrum dehnte sich der Labmagen über die Grösse des Pansens hinaus aus. Anhand von seriellen CT-Bildern von 6 neugeborenen Kälbern wurde ein durchschnittliches Volumen aller vier Mägen von 2.7 l errechnet. Dieser Wert änderte sich in den nächsten drei Lebenswochen kaum. Die ersten Aufnahmen wurden eine Stunde post natum nüchtern durchgeführt, die zweiten sechs Stunden post natum nach Verabreichung von 1.2 l Kolostrum mit einer Oesophagussonde und die dritten zwölf Stunden post natum nach der ad-libitum-Aufnahme von Kolostrum via Eimer und Sauger.

WITTEK et al. (2005) kamen bei Kälbern im Alter von 7 bis 30 Tagen vor der Tränke auf ein Labmagenvolumen von 20 - 137 ml (Mittelwert 62 ml). Mit der Aufnahme von Milch vergrösserte sich der Labmagen, wobei eine streng lineare Beziehung zwischen dem sonographisch erfassten Labmagenvolumen und dem Milchvolumen bestand.

4.3. Abomasale Entleerungsrate

Die abomasale Entleerungsrate wird beim Kalb von verschiedenen Faktoren beeinflusst, so z. B. von einer linksseitigen Labmagenverlagerung oder einer Labmagenaufgasung (CONSTABLE et al., 1992). Beim erwachsenen Rind wurde gezeigt, dass sich auch eine Hypokalzämie (MADISON und TROUTT, 1988), eine Endotoxämie (VLAMINCK et al., 1985), eine erhöhte Osmolarität des Labmageninhalts (SEN et al., 2006; NOURI und CONSTABLE, 2006) und ein erhöhter

Energiegehalt in oralen Elektrolytlösungen negativ auf die Motilität des Labmagens auswirken können.

Mehrere Autoren haben sich mit der Entleerungsrate des Labmagens bei Wiederkäuern befasst, welche vor allem mittels Szintigraphie, aber auch mittels Paracetamol-Absorption (MARSHALL et al., 2005; SCHAER et al., 2005), Sonographie und Glukoseabsorptionsrate bestimmt werden kann. Bei Lämmern war 90 Minuten nach der Tränke die Hälfte von 150 ml aufgenommenener Frischmilch aus dem Labmagen weiter transportiert worden (FARTASHVAND et al., 2014).

Um die Entleerungsrate des Labmagens zu steigern, wurden verschiedene Medikamente, unter anderem Erythromycin und Gentamycin, getestet (NOURI et al., 2008). Eine parenterale Gabe von Erythromycin erhöhte die abomasale Entleerungsrate, während Gentamycin keine Auswirkung hatte. Die Entleerungsrate war nach der Gabe von Erythromycin signifikant höher als in der Kontrollgruppe und als nach der Verabreichung von Tilmicosin und Tylosin (NOURI und CONSTABLE, 2007). Im Gegensatz zu Neostigmin und Metoclopramid übte Erythromycin einen positiven Effekt auf die Labmagenmotorik aus (WITTEK und CONSTABLE, 2005). Eine hohe Dosis Erythromycin (8.8 mg/kg) steigerte die Labmagenmotilität und senkte die Halbwertszeit der abomasalen Entleerungsrate um 37 %.

4.4. Drenchen

Studien über das Drenchen von Kälbern beschäftigten sich vor allem mit der Eingabe von Kolostrum bei Neonaten (KASKE et al., 2005; GODDEN, 2008; GODDEN et al., 2009). In einer dieser Untersuchungen (GODDEN et al., 2009) ging es um die Frage, ob der Immunglobulingehalt im Blut bei gedrenchten Kälbern höher ist als bei Tieren, die mit Eimer oder Flasche getränkt werden. Laut den Autoren spielte es keine Rolle, ob die Kälber ihr Kolostrum mit der Flasche aufnahmen

oder ob sie gedrencht wurden. Bei der Verabreichung von mindestens 3.0 Liter Kolostrum war die Immunglobulinversorgung gleich gut.

Im Gegensatz dazu wurden von KASKE et al. (2005) bei gedrenchten Kälbern höhere Gesamt-Immunglobulin-Konzentrationen festgestellt. Allerdings bekamen diese mit 4.0 Litern doppelt so viel Kolostrum wie die mit der Flasche getränkten Vergleichstiere. Laut KASKE et al. (2005) kann mittels Drenchen eine ausreichende Kolostrumversorgung erreicht werden.

Immer wieder wird diskutiert, ob bei zwangsgetränkten Kälbern vermehrt Milch in den Hauben-Pansen-Raum gelangt und somit ein erhöhtes Risiko einer Pansenazidose besteht. Schon vor Jahren wurde mittels Radiographie nachgewiesen, dass via Sonde eingegebenes Kolostrum in die Vormägen fließt (LATEUR-ROWET und BREUKINK, 1983). Auch andere Autoren (SCHIPPER et al., 1984; DIRKSEN und BAUR, 1991) bestätigten, dass eingegebene Flüssigkeit im Hauben-Pansen-Raum nachzuweisen war. KASKE et al. (2005) betonten jedoch, dass bei der Kolostrumgabe mittels Drenchen keine negativen Auswirkungen auf das Kalb nachweisbar waren, auch wenn sich die Schlundrinne dabei nicht schloss.

4.5. Laktatstoffwechsel

Im Organismus von Säugetieren wird als Endprodukt der anaeroben Glykolyse in erster Linie L-Laktat (Milchsäure) gebildet. Weiterhin entsteht in geringen Mengen auch D-Laktat, vermutlich aus dem Methylglyoxal-Stoffwechsel. Beide Substanzen können auch durch milchsäurebildende Bakterien im Magen-Darm-Trakt gebildet werden, wobei es von der Art der synthetisierten Laktatdehydrogenase abhängig ist, ob mehr D- oder L-Laktat gebildet wird. Auch eine Recamisierung von D- aus L-Laktat durch eine mikrobielle Laktatracemase ist möglich. L-Laktat gelangt über das Blut in die Leber und wird zur Glukoneogenese genutzt. Eine Synthese von Glukose ist auch ausgehend von D-Laktat möglich, allerdings läuft die Reaktion wesentlich langsamer ab (KARLSON, 1994).

Die milchsäurebildenden Bakterien werden vermutlich mit dem Futter aufgenommen und kommen physiologisch im Verdauungstrakt der Wiederkäuer vor (DENNIS et al., 1981).

Es wird vermutet, dass das mikrobiell gebildete Laktat aus dem Verdauungstrakt mittels Diffusion entlang eines Konzentrationsgradienten ins Blut aufgenommen wird (DUNLOP, 1972).

Nach EWASCHUK et al. (2004) findet die mikrobielle Synthese von D-Laktat im Pansen und im Dickdarm statt. Die Autoren kamen zum Ergebnis, dass die erhöhten D-Laktat Konzentrationen im Pansensaft und Kot darauf hindeuten, dass es im Pansen und Colon produziert wird.

Das resorbierte D-Laktat leistet als Säure einen grossen Beitrag zur Entstehung der metabolischen Azidose bei Durchfallkälbern (OMOLE et al., 2001). EWASCHUK et al. (2003) stellten fest, dass eine mittelgradige Korrelation zwischen der D-Laktat-Konzentration und der Anionenlücke besteht. Auch bei Pansentrinkern kann es zu einer klinisch manifesten metabolischen D-Laktat-Azidose kommen (GRUDE, 2003; GENTILE et al., 2004).

Kälber mit einer D-Laktatämie können neurologische Symptome zeigen. Der Ausfall des Lidreflexes steht in Zusammenhang mit einer hohen D-Laktat-Konzentration, während ein schwacher Saugreflex eher mit einer negativen Basenabweichung und einer zunehmenden Dehydratation korreliert (LORENZ, 2004). Laut TREFZ et al. (2012) besteht eine enge Korrelation zwischen Haltung, Verhalten und Lidreflex mit der Basenabweichung und der D-Laktat-Konzentration.

D-Laktat wird in der Nierenrinde, weiter auch in Herz, Leber und Muskelgewebe verstoffwechselt (HARMON et al., 1983). Hauptsächlich ausgeschieden wird D-Laktat über die Niere (STANGASSINGER und GIESECKE, 1978).

Verschiedene Autoren (GRUDE, 1999; MARCILLAUD et al., 1999; LORENZ et al., 2003) haben D-Laktat-Konzentrationen bei gesunden Kälbern gemessen. Sie

ermittelten Mittelwerte von 0.19 (MARCILLAUD et al., 1999), 0.21 (LORENZ et al., 2003) und 1.61 mmol/l (GRUDE, 1999). Aufgrund dieser Untersuchungen wurden als obere Grenze für physiologische D-Laktatwerte im Blut 2.0 (GRUDE, 1999) bzw. 3.96 mmol/l (LORENZ et al., 2003) festgelegt.

4.6. Restriktive Fütterung versus ad-libitum-Fütterung

Während Kälber früher eher restriktiv gefüttert wurden, geht heute der Trend zur ad-libitum-Fütterung. Bei ethologischen Studien zum Tränkeverhalten von Mutterkuhkälbern wurde deutlich, dass eine ad-libitum-Fütterung den natürlichen Verhältnissen hinsichtlich der Tränkehäufigkeit und der Tränkezeit viel näher kommt als feste Tränkezeiten. Mutterkuhkälber trinken im Durchschnitt 3 - 6 Mal täglich bei der Mutter (WALKER, 1962; HAFEZ und LINEWEAVER, 1968; KOCH, 1968; GARY et al., 1970; SCHEURMANN, 1974). Die durchschnittliche Dauer eines Saugakts bei Milchkuhkälbern beträgt 7.2 Minuten (LIDFORS et al., 2010). Eine weitere Studie an Bisons ergab ähnliche Werte. Dort tranken die Kälber in den ersten sechs Lebenswochen pro Saugakt im Durchschnitt 6 Minuten (HASSPACHER und SAMBRAUS, 2005). Die Anzahl der Saugakte nahm vom ersten Lebenstag von 1.7 Saugakten pro Stunde bis zum siebten Lebensmonat auf 0.2 Saugakte pro Stunde ab. Die Dauer eines einzelnen Saugakts nahm bis zur 5./6. Lebenswoche auf durchschnittlich 6 Minuten zu und danach bis zum siebten Lebensmonat wieder auf durchschnittlich vier Minuten ab. Nur an den ersten beiden Lebenstagen tranken Stierkälber länger als Kuhkälber (HASSPACHER und SAMBRAUS, 2005).

Ein Argument gegen eine intensive Fütterung ist das erhöhte Risiko nutritiver Durchfallerkrankungen (DIRKSEN, 2006; RADEMACHER, 2007). Da die Milch im Labmagen ab einer gewissen Menge nicht mehr vollständig gerinnen kann, gelangen Teile des Milchproteins in den Dickdarm, wo eine mikrobielle Fermentation einsetzt.

Kälber, denen am Morgen Milch ad libitum angeboten wird, trinken durchschnittlich 13 Minuten lang. Dabei verbringen sie 80 % der Zeit an der künstlichen Zitze, wobei sie während 25 Sekunden durchschnittlich 25 Mal saugen, unterbrochen von Pausen von durchschnittlich sieben Sekunden (APPLEBY et al., 2001).

Mehrere Autoren stellten fest, dass die Tageszunahmen von ad libitum getränkten Kälbern höher waren als die von restriktiv getränkten (RICHARD et al., 1988; HINDERER et al., 1999; JASPER und WEARY, 2002; BORDERAS et al., 2009; UYS et al., 2011; KLAHSEN et al., 2013; WIEDEMANN et al., 2015). Dies war jedoch häufig nur in den ersten Wochen der Fall, später war der Unterschied nicht mehr so deutlich oder es war sogar umgekehrt.

Ad libitum gefütterte Kälber trinken in den ersten vier Lebenswochen nach APPLEBY et al. (2001) im Durchschnitt 7.55 l, maximal 9.76 l Milch pro Tag, nach VON KEYSERLINGK et al. (2006) trinken sie im Durchschnitt sogar 11.22 l pro Tag.

4.7. Sonographische Befunde an Haube, Pansen, Labmagen und Duodenum

Haube

In den ersten zwei Lebenswochen ist die Haube sonographisch kaum darstellbar, da sie noch sehr klein ist und nicht der Bauchwand anliegt (JUNG, 2002; KRÜGER, 2012; BRAUN et al., 2013). Ab der dritten Lebenswoche kann die Haube sonographisch sternal oder links paramedian im Unterbrustbereich immer dargestellt werden (KRÜGER, 2012). Bis etwa zum 62. Lebenstag ist sie häufig durch die Milz oder die Leber von der Bauchwand abgedrängt. Ab dem 62. Lebenstag liegt die Haube der Bauchwand an und ihre Wand stellt sich wie bei adulten Tieren als echogene Linie dar. Da der Inhalt gashaltig ist, kann er mittels Ultraschall nicht beurteilt werden (BRAUN et al., 2013).

Während der Milchaufnahme wird die Haube durch den sich füllenden Labmagen nach kraniodorsal verdrängt (BRAUN und GAUTSCHI, 2012). Dabei kommt sie

ventral der kaudalen Anteile der Lunge zu liegen und ist sonographisch nicht mehr darstellbar.

Pansenvorhof und ventraler Pansensack

Der Pansenvorhof ist beim neugeborenen Kalb nicht sichtbar. Ab dem 20. Lebenstag stellt er sich wie bei der Kuh als halbrundes Gebilde zwischen Haube und ventralem Pansensack dar. Der Pansen kann am ersten Tag nur von der linken Körperseite, mit zunehmendem Alter aber von beiden Seiten gesehen werden (BRAUN, 2016). Links ist er vom 6. bis 12. Interkostalraum und in der Flanke, rechts nicht regelmässig vom 11. und 12. Interkostalraum aus darstellbar. Die Pansenfurche, welche den dorsalen und ventralen Pansensack unterteilt, ist auf der linken Körperseite sichtbar (BRAUN und GAUTSCHI, 2012). Im kaudalen Bereich liegt der Pansen lateral der Bauchwand an, weiter kranial kann zwischen dem Pansen und der Bauchwand die Milz dargestellt werden. Am zweiten Lebenstag zeigt sich der Panseninhalt im Ultraschall als anechogene Struktur mit hyper-echogenen Stippchen, manchmal ist dorsal eine Gasblase zu erkennen. Ab der zweiten Lebenswoche sind über einer flüssigen Phase eine Futterschicht und eine Gaskuppel mit Reverberationsartefakten zu sehen. Der Übergang von der Gas- zur Futterphase stellt sich durch das plötzliche Fehlen der Reverberationsartefakte dar. Aufgrund der gasigen Beschaffenheit kann das Futter nicht dargestellt werden. Der Übergang von der Futterschicht zur flüssigen Phase kann beim Kalb sonographisch nicht erkannt werden (BRAUN et al., 2013). Während der Milchtränke ändert sich das sonographische Bild des Pansens nicht (BRAUN und GAUTSCHI, 2012).

Labmagen

Bei den neugeborenen Kälbern ist der Labmagen der grösste der vier Mägen. Er kann vom 5. bis zum 12. Interkostalraum rechts und links der Medianen an der

ventralen Bauchwand dargestellt werden. Der Labmageninhalt zeigt sich heterogen und hypoechogen mit hyperechogenen Stippchen und er enthält unterschiedlich grosse hyperechogene Gerinnungskonglomerate. Die Labmagenwand ist als feine echogene Linie zu sehen. Häufig sind Labmagenfalten zu erkennen (BRAUN et al., 2013).

Die beim Tränken in den Labmagen einströmende Milch stellt sich sonographisch als wolkenähnliche bewegte Masse von hyperechogenen Strukturen dar (BRAUN et al., 2013). Milchaustauscher erscheint im Gegensatz zur Vollmilch inhomogener und hyperechogener (BRAMMERTZ, 2014).

Duodenum

Die Unterscheidung der verschiedenen Darmabschnitte mittels Sonographie gelingt erst ab der siebten Lebenswoche und erfolgt nach den gleichen Kriterien wie beim adulten Rind (MARMIER, 1993; BRAUN und MARMIER, 1995; BRAUN, 1997). Die Pars cranialis duodeni ist meistens ventral des rechten Rippenbogens erkennbar, bei jüngeren Kälbern gelegentlich auch auf der linken Seite (PADEL-GSCHWIND und STOCKER, 2002). Die Lage ist in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der letzten Tränke und damit je nach Füllungszustand des Labmagens stark variabel. Das Duodenum descendens und das Duodenum ascendens sind im Bereich der rechten Flanke verfolgbar.

Der Durchmesser der Darmabschnitte nimmt mit dem Alter zu und ändert sich im Zusammenhang mit der Tränke kaum. Bei Kälbern, die noch kein Raufutter aufnehmen, ist der Inhalt vor allem flüssiger Natur (PADEL-GSCHWIND und STOCKER, 2002).

5. MATERIAL UND METHODIK

Die Untersuchungen wurden aus 2 Gründen durchgeführt: Erstens sollte der Einfluss unterschiedlicher Milchmengen auf die Auslösung des Schlundrinnenreflexes überprüft werden, zweitens sollte untersucht werden, in welche Organe des Verdauungsapparats die mit einem Kälberdrencher eingegebene Milch gelangt.

5.1. Untersuchte Tiere

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 23. Juni 2014 und dem 13. November 2015 an 24 männlichen Holstein-Friesian-Kälbern durchgeführt. Es wurden vier Gruppen aus je sechs Tieren gebildet. Die Kälber waren maximal 72 Stunden alt und wurden aus fünf Betrieben zugekauft. Sie waren klinisch gesund und wiesen ein Körpergewicht zwischen 29 und 55 kg (44.8 ± 6.8 kg) auf. Nach dem Abschluss der Untersuchungen wurden 23 Kälber an einen Mäster verkauft. Ein Kalb wurde am Tierspital Zürich geschlachtet.

5.2. Einfluss unterschiedlicher Milchmengen

Die Untersuchungen dienten dazu, abzuklären, ob die Milchmenge einen Einfluss auf den Schlundrinnenreflex ausübt. 18 männliche Holstein-Friesian-Kälber wurden in 3 Gruppen aufgeteilt. Sie wurden aus einem Plastikeimer mit Sauger am Eimerboden und mittlerer Schlitzöffnung getränkt. Die Milchttemperatur betrug immer 39.0 °Celsius.

5.2.1. Gruppe A: 12 % Milch

Die 6 Kälber der Gruppe A erhielten eine Vollmilchmenge von je 12 % des Körpergewichts pro Tag. Die Tränke wurde auf zwei Mahlzeiten, eine morgens zwischen 7 und 8 Uhr und die zweite abends zwischen 16 und 17 Uhr, aufgeteilt. Die Kälber wurden in einem Untersuchungsraum des Departements für Nutztiere untersucht.

5.2.2. Gruppe B: 16 % Milch

Die 6 Kälber der Gruppe B erhielten zu den gleichen Zeiten wie die Kälber der Gruppe A eine Vollmilchmenge von je 16 % des Körpergewichts pro Tag.

5.2.3. Gruppe C: Milch ad libitum

Die dritte Gruppe, ebenfalls aus 6 Kälbern bestehend, wurde morgens und abends ad libitum getränkt. Die Tränke wurde beendet, wenn die Kälber nur noch wenig Sauglust zeigten und daher längere Pausen als 30 Sekunden einlegten. Danach wurde die Menge der getrunkenen Milch ermittelt.

5.3. Drenchergruppe: Milchverabreichung mittels eines Drenchers

Die 6 Kälber der Drenchergruppe, im Folgenden als Drencher bezeichnet, wurden vor Beginn der eigentlichen Untersuchungen täglich morgens und abends mit einer Milchmenge von 12 % des Körpergewichts pro Tag mit Vollmilch aus einem Plastikeimer mit Sauger am Eimerboden und einer Temperatur von 39.0 °C getränkt. Am 7., 8. oder 9. Lebenstag wurde ihnen dreimal im Abstand von zwölf Stunden mit Hilfe eines Kälberdrenchers (Speedy Kälberdrencher, Shoof, Hauptner) eine Milchmenge von 6 % des Körpergewichts verabreicht. Zwölf Stunden vor Versuchsbeginn wurde ein Venenkatheter in die Jugularvene gelegt, um Blut zur Bestimmung von Laktat, Hämatokrit, Leukozytenzahl, Elektrolyten und für eine venöse Blutgasanalyse zu entnehmen. Zwölf Stunden vor dem ersten und zwölf Stunden nach dem letzten Drenchen wurde mittels einer Gummisonde Pansensaft entnommen. Im Falle eines Absinkens des Blut-pH-Werts auf unter 7.20 war vorgesehen, die Untersuchung abubrechen und das Kalb mit Natriumbikarbonat intravenös und per os zu behandeln.

5.4. Voruntersuchungen

Die Kälber wurden nach Anlieferung mit dem klinikeigenen Transporter klinisch untersucht, um sicherzustellen, dass sie gesund waren. Dazu gehörten die Beurteilung von Allgemeinbefinden, rektaler Körpertemperatur, Herz- und Atemfrequenz sowie die Auskultation von Lunge, Herz und Magen-Darm-Trakt. Von jedem Kalb wurden 2.3 ml Heparin- und 2.3 ml EDTA-Blut sowie eine Harnprobe (Spontanharn) gewonnen.

5.5. Untersuchung der Blutproben

Bei jedem Kalb wurde eine einmalige Untersuchung von Hämatokrit, Hämoglobin, Erythrozyten-, Leukozyten- und Thrombozytenzahl sowie Plasmaprotein, Fibrinogen, Bilirubin, Harnstoff, Kalzium, Magnesium, anorganischem Phosphat, Kalium, Natrium und Chlorid durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Aktivitäten der Enzyme Glutamatdehydrogenase (GLDH), Aspartat-Amino-Transferase (ASAT), γ -Glutamyl-Transferase (γ -GT), Sorbitdehydrogenase (SDH) und Creatin-Kinase (CK) bestimmt und es wurde eine venöse Blutgasanalyse durchgeführt. Den Drencher-Kälbern wurden zu den Zeitpunkten - 12, 0, 6, 12, 18, 24, 30 und 36 Stunden 3.0 ml EDTA- und 3.0 ml Heparin-Blut entnommen. In den zusätzlich gewonnen Blutproben wurden der Hämatokrit, die Leukozytenzahl sowie die Kalzium-, Kalium-, anorg. Phosphat- und Natriumkonzentrationen bestimmt. Zudem wurde bei jeder Entnahme eine venöse Blutgasanalyse durchgeführt.

5.6. Untersuchung der Harnproben

Der Harn wurde makroskopisch beurteilt. Im Weiteren wurden mittels eines Teststreifens (Combur Test[®], Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland) der pH-Wert bestimmt und auf das Vorkommen von Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, Nitrit, Urobilinogen, Bilirubin, Glukose, Keton und Protein untersucht.

Zudem wurde das spezifische Gewicht mit Hilfe eines Handrefraktometers bestimmt.

5.7. Untersuchung des Pansensafts

Der von den Kälbern der Drenchergruppe gewonnene Pansensaft wurde auf Farbe, Geruch, Konsistenz und pH-Wert (pH-Universalindikatorstreifen, Merck AG, Zug) untersucht. Die D-Laktat-Konzentration im Pansensaft wurde im Labor der Klinik für Wiederkäuer der Universität München mit Hilfe des Automatik Analyser Cobas C 311 (Roche, Mannheim, Deutschland) bestimmt. D-Laktat wurde mit Hilfe der D-Laktatdehydrogenase, welche NAD reduziert, spektrometrisch (340 nm) gemessen.

5.8. Haltung und Fütterung der Kälber

Die Kälber wurden in mit Stroh eingestreuten Einzelboxen mit Sichtkontakt zu anderen Kälbern gehalten. Falls es die Witterung zuliess, wurde den Tieren Auslauf im Freien auf einem befestigten Auslauf ohne Graswuchs gewährt. Die Fütterung mit Milch erfolgte zu den oben beschriebenen Zeiten. Die Kälber der Gruppen A bis C wurden aus einem Plastikeimer (Kälbertränkeeimer Kunststoff, Hauptner) mit Sauger am Eimerboden getränkt. Die Drenchergruppe bekam ihre Milch mit einem Drencher (Speedy Kälberdrencher, Shoof, Hauptner) verabreicht, welcher bis zu vier Liter Milch fassen konnte. Die Kälber wurden einmal pro Woche, jeweils vor der Untersuchung, gewogen, und die vertränkte Milch wurde auf das aktuelle Körpergewicht bezogen. Ab dem ersten Versuchstag standen den Kälbern Wasser über ein Selbsttränkebecken und Heu ad libitum zur Verfügung. Bis zum Versuchsende erfolgte keine Kraftfuttermenge.

5.9. Methodik der sonographischen Untersuchung

5.9.1. Sonographisch untersuchte Organe

Die Haube, der Pansen, der Labmagen und das Duodenum wurden vor und 15 Minuten nach der Milchtränke sonographisch untersucht. Während der Tränke wurden Haube und Labmagen gleichzeitig untersucht.

5.9.2. Vorbereitung der Kälber

Die Kälber wurden auf der gesamten linken und rechten Körperseite sowie am Unterbauch geschoren. Das ausgeschorene Feld war kranial durch das Ellbogengelenk und kaudal durch den Hüfthöcker begrenzt. Dorsal reichte das Feld bis auf die Höhe der Querfortsätze der Brust- und Lendenwirbel, ventral bis zur Linea alba. Vor der eigentlichen Untersuchung wurde die geschorene Körperoberfläche mit Alkohol entfettet und es wurde Kontaktgel (Vetogel[®], Streuli Pharma AG, Uznach) auf die Haut aufgetragen. Zusätzlich wurde der Schallkopf mit Kontaktgel (Aquasonic[®] 100, Parker Laboratories, Inc.) beschichtet.

5.9.3. Ultraschallgerät

Die Ultraschalluntersuchungen wurden mit dem Gerät Hitachi EUB-7500 A (Hitachi Medical Systems AG, Zug, Schweiz) und einem 5-MHz-Konvex-Schallkopf durchgeführt.

5.9.4. Sonographische Untersuchungen

Gruppen A, B und C

Die Untersuchungen wurden am stehenden unsedierten Kalb durchgeführt. Vor dem Tränken wurden Haube, Pansenvorhof, ventraler Pansensack, Labmagen und Duodenum sonographisch untersucht, um das allfällige Vorhandensein von Flüssigkeit festzustellen. Die Haube wurde auf der linken Körperseite ventral, kaudal des Xyphoids und links paramedian untersucht. Dazu wurde der Schallkopf paral-

lel zur Längsachse des Tieres gehalten. Falls die Haube von ventral nicht darstellbar war, wurde sie links und rechts in den kranialen Interkostalräumen von kranial nach kaudal und von dorsal nach ventral parallel zu den Rippen untersucht. Der Labmagen wurde von links in den Interkostalräumen 7 bis 12 von der ventralen Mittellinie aus parallel zu den Rippen nach dorsal führend mit dem Schallkopf sichtbar gemacht. Der Pansenvorhof wurde ebenfalls von ventral und links an der ventralen seitlichen Bauchwand beurteilt. Die Darstellung des ventralen Pansensacks erfolgte links in den Interkostalräumen 6 bis 12 sowie in der linken Flanke und an der ventralen Bauchwand. Das Duodenum wurde sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite von kranial nach kaudal untersucht. Zuerst wurden die Interkostalräume 10, 11 und 12 und anschliessend das Gebiet der Flanke und der seitlichen Bauchwand betrachtet. Jeder Interkostalraum wurde von dorsal nach ventral mit parallel zur Rippe aufgesetztem Schallkopf untersucht. In der Flanke und seitlichen Bauchwand wurde die Sonde senkrecht zur Körperlängsachse gehalten.

Während des Tränkens wurden Haube und Labmagen immer gleichzeitig beurteilt, um festzustellen, ob die vertränkte Milch in den Hauben-Pansen-Raum oder direkt in den Labmagen floss. 15 Minuten nach der Tränke erfolgte eine erneute sonographische Untersuchung von Haube, ventralem Pansensack, Labmagen und Duodenum, um zu überprüfen, ob Milch vom Labmagen zurück in die Vormägen geflossen oder frühzeitig nach aboral in das Duodenum transportiert worden war.

Alle Kälber wurden an den Lebenstagen 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28, 29, 35, 36 (± 2 Tage) während der Morgentränke, also insgesamt zehnmal, untersucht.

Gruppe D (Drencher)

Unmittelbar vor, während und nach dem Drenchen wurden Haube, ventraler Pansensack und Labmagen sonographisch untersucht, um festzustellen, wohin die aufgenommene Milch floss.

5.10. Bestimmung der Milchschlucke

Die Anzahl der Schlucke, welche die Kälber der Gruppen A bis C benötigten, um die angebotene Milch zu trinken, wurden mit einem Handzähler gezählt. Jedes Klicken des Rückschlagventils des Saugers wurde als Schluck gewertet. Aus dem vertränkten Milchvolumen und den dafür benötigten Schlucken wurde die pro Schluck getrunkene Milchmenge berechnet. Die Schlucke wurden gezählt, um zu dokumentieren, ob Kälber, welche ein grösseres Volumen an Milch bekamen, häufiger schluckten als mit einem kleineren Volumen getränkte, und ob sie pro Schluck grössere Milchmengen aufnahmen.

5.11. Statistik

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Medianwerte und Standardabweichungen erfolgten mit Hilfe des Programms Stata[®] (StataCorp. 2015. Stata Statistical Software: Release 14. College Station, TX: StataCorp LP). Zur Prüfung der Daten auf Normalverteilung wurden der Shapiro-Wilk-Test und der Kolmogorov-Smirnov-Test angewendet. Bei normalverteilten Werten wurde der Mittelwert mit Standardabweichung und Schwankungsbreite angegeben. Waren die Werte nicht normalverteilt, so wurde der Medianwert mit der Schwankungsbreite aufgeführt.

5.12. Tierversuchsbewilligung

Für die Untersuchungen lag eine Tierversuchsbewilligung (Nummer 97/2014) des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor.

5.13. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren neben der Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) das Veterinärmedizinische Labor (Prof. Dr.

R. Hofmann-Lehmann) und das Labor der Klinik für Wiederkäuer der Tierärztlichen Fakultät der Universität München (Dr. F. Weber) beteiligt.

6. ERGEBNISSE

6.1. Befunde der Voruntersuchungen

6.1.1. Klinische Befunde

Die klinische Untersuchung der 24 Kälber ergab keinen Hinweis auf eine Organerkrankung des Atemapparats oder des Magen-Darm-Trakts. Die Rektaltemperatur, die Herzfrequenz und die Atemfrequenz waren im Normbereich. Auch die Gelenke und der Nabel waren bei allen Kälbern ohne besonderen Befund. Die Kotkonsistenz wies keine Abweichung von der Norm auf.

6.1.2. Hämatologische und biochemische Blutbefunde

17 von 24 Kälbern wiesen bei der Erstuntersuchung eine Hypoproteinämie (Gesamteiweiss < 59 g/l), 6 eine Leukozytose (> 12`500 Leukozyten/ μ l) und ein Kalb eine Thrombozytose (> 800`000 Thrombozyten/ μ l) auf (Anhang 1). Drei Kälber waren dehydriert (Hämatokrit > 40 %) und 10 anämisch (Hämatokrit < 30 %). Alle Kälber zeigten eine gute Sauglust und waren ausreichend mit Kolostrum versorgt worden (mindestens dreimal 2.0 Liter).

6.1.3. Harnbefunde

Der Harn aller Tiere war transparent und hellgelb. Bei der Untersuchung mit dem Teststreifen waren alle Parameter in der Norm. Der Harn-pH-Wert lag bei allen Kälbern bei 5.0.

6.2. Gesundheitszustand der Kälber während der Untersuchungsperiode

Insgesamt erkrankten 14 Kälber (Nr. 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 23) zwischen dem 10. und 28. Lebenstag an Neugeborenendiarrhoe, zum Teil mit Fieber und reduzierter Trinklust (Anhang 2). Bei 11 Kälbern (Nr. 2, 3, 4, 7, 8, 10, 17, 18, 19, 20, 23) war der Schnelltest (Anigen Rapid BoviD-5 Ag Test[®], Arovet AG, Dietikon, Schweiz) für Kryptosporidien positiv, bei 4 (Nr. 8, 13, 20, 21) für

Rotaviren und bei je einem Kalb für *E. coli* (Nr. 21) bzw. Giardien (Nr. 10). Bei 2 Kälbern (Nr. 6 und 11) wurden bei der parasitologischen Kotuntersuchung zwischen dem 34. und 50. Lebenstag Kokzidien nachgewiesen. Sechs Kälber (Nr. 5, 6, 10, 12, 14, 16) erkrankten zwischen dem 8. und 11. Lebenstag an einer Omphalitis und zwei (Nr. 11, 17) zwischen dem 9. und 19. Lebenstag an einer hochgradigen, fieberhaften Bronchopneumonie mit Nasenausfluss und Husten.

Da die ersten drei Kälber an Neugeborenenendurchfall erkrankten und Kryptosporidien der Haupterreger war, wurden 6 Kälber (Nr. 5, 6, 7, 8, 9, 13) bei der Einstellung prophylaktisch mit Halofuginon (Halocur[®] orale Lösung, MSD Animal Health GmbH, Intervet, Deutschland) behandelt. Da diese Kälber an den Tagen 6 bis 12 trotzdem Durchfall bekamen und bei 2 (Nr. 7 und 8) davon Kryptosporidien nachgewiesen wurden, wurde die Prophylaxe gestoppt und die Kälber wurden nur behandelt, wenn der Kot übelriechend und dünnbreiig bis wässrig und der Schnelltest auf Kryptosporidien positiv war.

Ein Kalb (Nr. 15) hatte am 19. Lebenstag eine Krampfkolik und die Sauglust war aufgehoben. Es sprach sofort auf die eingeleitete Therapie mit Metamizol (Vetalgin[®], MSD Animal Health GmbH, Intervet, Schweiz) an.

Die aufgeführten Krankheiten wurden alle erfolgreich behandelt (Anhang 4).

Ein Kalb wies am 35. Lebenstag einen schlechten Allgemeinzustand und eine schlechte Sauglust auf, einen Tag später konnte bei der Ultraschalluntersuchung des Abdomens freie Flüssigkeit mit Fibrin dargestellt werden. Daraufhin wurde das Kalb mit der Diagnose Peritonitis euthanasiert. Bei der Sektion wurde ein durchgebrochener Labmagenulkus diagnostiziert.

6.3. Erkrankungen während der Untersuchungszeit

Der Gesundheitszustand der Kälber an den jeweiligen Untersuchungstagen ist aus dem Anhang 2 ersichtlich. Die Kälber waren nicht immer gesund, einige zeigten trotz Erkrankung eine gute Sauglust (Nr. 2 am 14. und 15. Lebenstag; Nr. 3 am 14.

und 15. Lebenstag; Nr. 4 am 8. und 14. Lebenstag; Nr. 5 am 7. und 8. Lebenstag), andere nicht (Nr. 7 am 14., 15., 35. und 36. Lebenstag; Nr. 13 am 14. Lebenstag; Nr. 15 am 7., 8., 14., und 15. Lebenstag). Auch gesunde Kälber wiesen Tage mit einer mässigen oder schlechten Sauglust auf (Nr. 10 am 7. und 8. Lebenstag; Nr. 12 am 29., 35. und 36. Lebenstag; Nr. 14 am 15. und 29. Lebenstag; Nr. 15 am 35. Lebenstag).

6.4. Ultraschallbefunde bei der Verabreichung verschiedener Milchmengen (Gruppen A, B, C)

6.4.1. Haube vor, während und nach dem Tränken

Die Haube konnte bei den meisten Kälbern ab der fünften Untersuchung (21. Lebenstag \pm 2 Tage) links paramedian sicher dargestellt werden (Tab. 1). Häufig konnte die Milz zwischen Bauchwand und Haubenwand gesehen werden. Bei einem Kalb konnte vor der Milchgabe flüssiger Inhalt dargestellt werden.

Während des Tränkens wurde die Haube nach kraniodorsal verdrängt, bis sie nicht mehr darstellbar war. Sonographisch konnte kein Milcheinstrom in die Haube nachgewiesen werden.

Auch 15 Minuten nach dem Tränken war die Haube bei keinem Kalb darstellbar, da sie vom Labmagen nach kraniodorsal verdrängt wurde.

6.4.2. Pansenvorhof vor und ventraler Pansensack vor und nach dem Tränken

Der Pansenvorhof konnte ab der sechsten Untersuchung (22. Lebenstag \pm 2 Tage) bei 8 von 18 Kälbern links der Medianen im 8. oder 9. Interkostalraum auf Höhe der Knorpel-Knochengrenze der Rippen dargestellt werden (Tab. 2). Bei keinem Kalb war flüssiger Inhalt zu sehen.

Tab. 1: Ultraschallbefunde an der Haube bei 18 Kälbern (Gruppen A, B, C) vor, während und nach dem Tränken verschiedener Milchmengen

Zeitpunkt	Parameter	Tage				
		07. + 08.	14. + 15.	21. + 22.	28. + 29.	35. + 36.
Vorher	Darstellbar	0, 0	9, 11	17, 17	18, 18	16, 16
	Flüssiger Inhalt	0, 0	1, 0	0, 0	0, 0	0, 0
Während	Haube verdrängt	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18
Nachher	Haube darstellbar	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0

Tab. 2: Ultraschallbefunde am Pansenvorhof bei 18 Kälbern (Gruppen A, B, C) vor dem Tränken verschiedener Milchmengen

Zeitpunkt	Parameter	Tage				
		07. + 08.	14. + 15.	21. + 22.	28. + 29.	35. + 36.
Vorher	Darstellbar	0, 0	1, 1	3, 8	3, 12	14, 15
	Flüssiger Inhalt	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0

Tab. 3: Ultraschallbefunde am ventralen Pansensack bei 18 Kälbern (Gruppen A, B, C) vor und nach dem Tränken verschiedener Milchmengen

Zeitpunkt	Parameter	Tage				
		07. + 08.	14. + 15.	21. + 22.	28. + 29.	35. + 36.
Vorher	Darstellbar	13, 12	14, 14	15, 15	18, 15	18, 17
	Flüssiger Inhalt	0, 1	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
Nachher	Darstellbar	10, 9	12, 12	14, 15	14, 15	15, 14
	Flüssiger Inhalt	0, 0	0, 0	1, 0	0, 0	0, 0

Der ventrale Pansensack war bei 13 von 18 Kälbern ab der ersten Untersuchung (7. Lebenstag \pm 2 Tage) von links darstellbar (Tab. 3). Er wurde durch die linke Pansenlängsfurche vom dorsalen Pansensack abgegrenzt.

6.4.3. Labmagen vor, während und nach dem Tränken

Vor dem Tränken war der Labmagen bei allen Kälbern als der ventralen Bauchwand anliegendes Organ zu sehen (Tab. 4). Die Labmagenfalten zeigten sich deutlich als hypoechogene, von der Labmagenwand ausgehende, ins Lumen ragende Gebilde. Der Labmageninhalt war inhomogen. Zum Teil war hypoechogene Flüssigkeit mit Stippchen und rundlich bis ovalen hyperechogenen Strukturen sichtbar. Bei jeder Milchgabe war die in den Labmagen einfließende Milch zu sehen, die sich in gleichmässigen Zeitabständen als ein pulsierender Einstrom von echogener, inhomogener Flüssigkeit darstellte. Innerhalb von wenigen Minuten füllte sich der Labmagen mit Milch, dabei vergrösserte er sich nach lateral und kaudal bis zur Kniefalte. Der Abstand zwischen den Labmagenfalten vergrösserte sich mit zunehmender Dehnung des Labmagens, wobei deutlich wurde, dass die Füllung von kranial nach kaudal erfolgte.

Bei der Untersuchung des Labmagens 15 Minuten nach der Tränke konnte die Gerinnung der Milch deutlich dargestellt werden. Der Labmageninhalt war heterogen. Die geronnene Milch stellte sich als heterogenes Gemisch aus hyperechogenen Klumpen unterschiedlicher Grösse dar, das von hypoechogener Flüssigkeit umschlossen waren.

6.4.4. Duodenum vor und nach dem Tränken

Das Duodenum konnte im kaudalen Abdomen, ventral an der linken und rechten Bauchwand, immer dargestellt werden (Tab. 5). Bei einigen Kälbern befanden sich auch kaudal der Haube Abschnitte des Duodenums. Im Duodenum war immer

Flüssigkeit zu sehen, welche sich meist inhomogen darstellte. Während der Ultraschalluntersuchung kontrahierte sich das Duodenum.

15 Minuten nach der Tränke stellte sich der Inhalt wie vor der Tränke dar.

Tab. 4: Ultraschallbefunde am Labmagen bei 18 Kälbern (Gruppen A, B, C) vor, während und nach dem Tränken verschiedener Milchmengen

Zeitpunkt	Parameter	Tage					
		07. + 08.	14. + 15.	21. + 22.	28. + 29.	35. + 36.	
Vorher	Darstellbar	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
	Flüssiger Inhalt	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
Während	Darstellbar	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
	Milcheinstrom	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
Nachher	Darstellbar	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
	Geronnene Milch	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	

Tab. 5: Ultraschallbefunde am Duodenum bei 18 Kälbern (Gruppen A, B, C) vor und nach dem Tränken verschiedener Milchmengen

Zeitpunkt	Parameter	Tage					
		07. + 08.	14. + 15.	21. + 22.	28. + 29.	35. + 36.	
Vorher	Darstellbar	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
	Flüssiger Inhalt	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
Nachher	Darstellbar	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	
	Geronnene Milch	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	18, 18	

6.5. Schluckverhalten in Abhängigkeit von der aufgenommenen Milchmenge

6.5.1. Anzahl Schlucke pro Minute

Am 7. Lebenstag betrug die durchschnittliche Anzahl Schlucke bei den Kälbern der Gruppen A 128, B 123 und C 100 pro Minute (Abb. 1). An jedem Untersuchungstag war die Schluckzahl bei den Kälbern mit der geringsten Tränkemenge (Gruppe A) am grössten, gefolgt von den Kälbern der Gruppe B und denjenigen der Gruppe C. Die Werte unterschieden sich jedoch nicht signifikant. Bei der Gruppe A kam es im Verlauf der Untersuchung zu keiner signifikanten Veränderung der Anzahl Schlucke. Das Gleiche gilt für die Gruppen B und C.

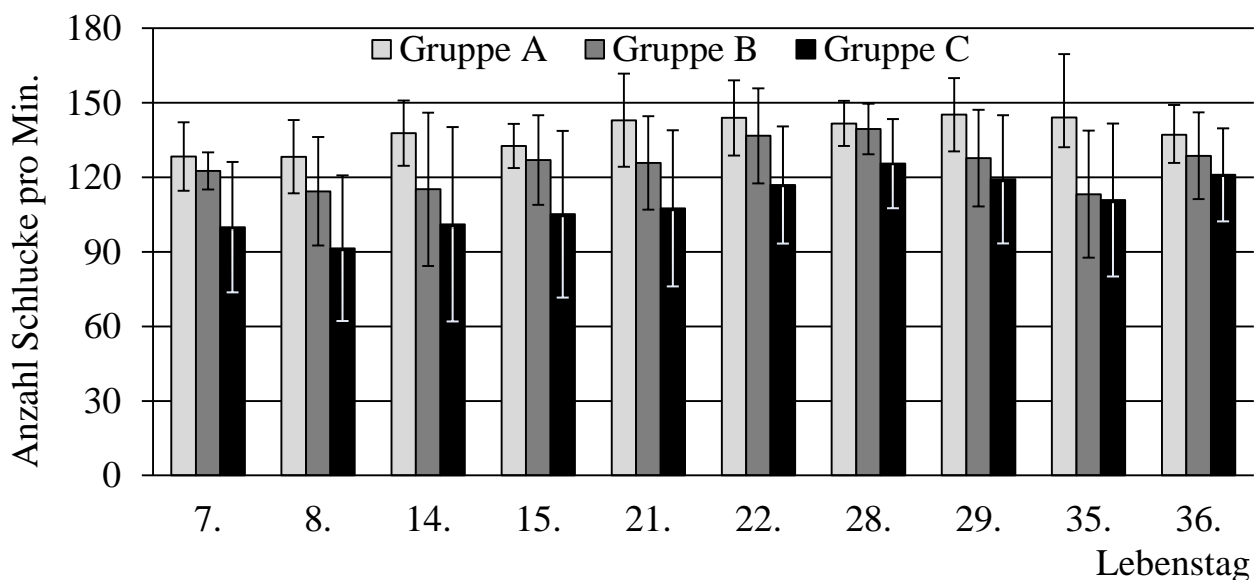


Abb. 1: Anzahl Schlucke pro Minute bei je 6 Kälbern der Gruppen A, B und C an den Lebenstagen 7 bis 36 ($\bar{x} \pm s$)

6.5.2. Anzahl Schlucke pro Liter Milch

Am 7. Lebenstag betrug die Anzahl Schlucke bei den Kälbern der Gruppen A 327, B 202 und C 198 pro Liter Milch (Abb. 2). Die Werte unterschieden sich nicht signifikant. Bei der Gruppe A kam es im Verlauf der Untersuchung zu keiner sig-

nifikanten Veränderung der Schlucke pro Liter Milch. Das Gleiche gilt für die Gruppen B und C.

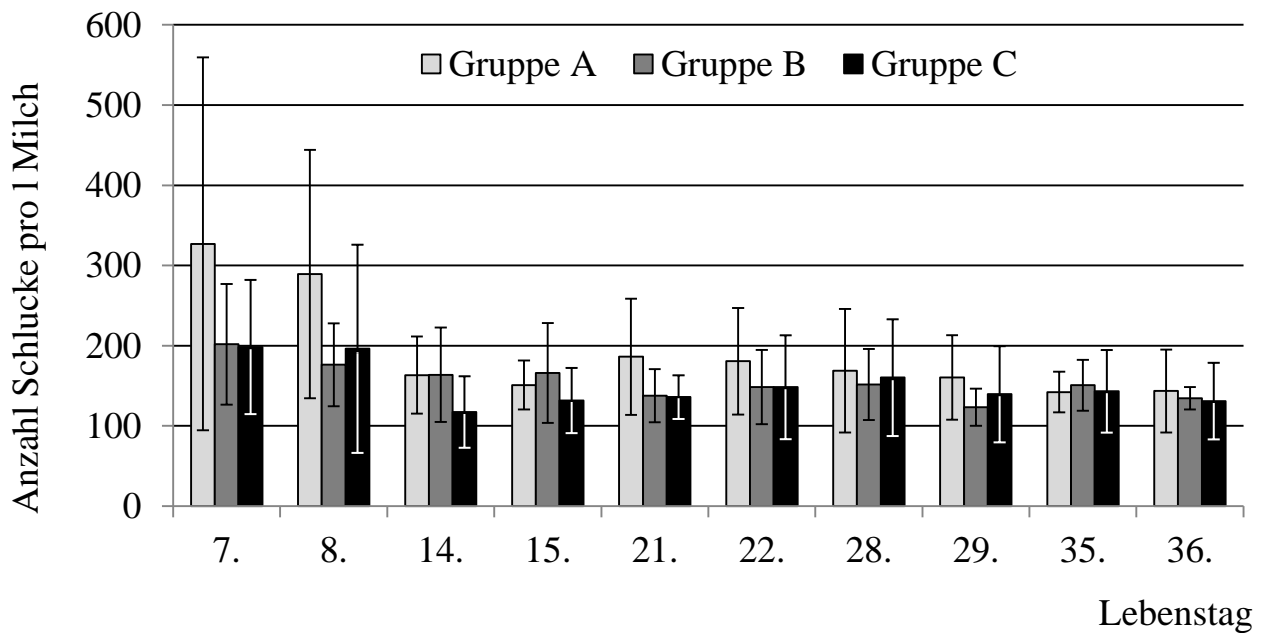


Abb. 2: Anzahl Schlucke pro Liter Milch bei je 6 Kälbern der Gruppen A, B und C an den Lebenstagen 7 bis 36 ($\bar{x} \pm s$)

6.5.3. Pro Schluck getrunkene Milchmenge

Am 7. Lebenstag betrug die pro Schluck getrunkene Milchmenge bei den Kälbern der Gruppen A 0.004, B 0.006 und C 0.005 Liter (Abb. 3). Die Werte unterschieden sich nicht signifikant. Bei allen 3 Gruppen kam es im Verlauf der Untersuchungen zu keiner signifikanten Veränderung der pro Schluck getrunkenen Milchmenge.

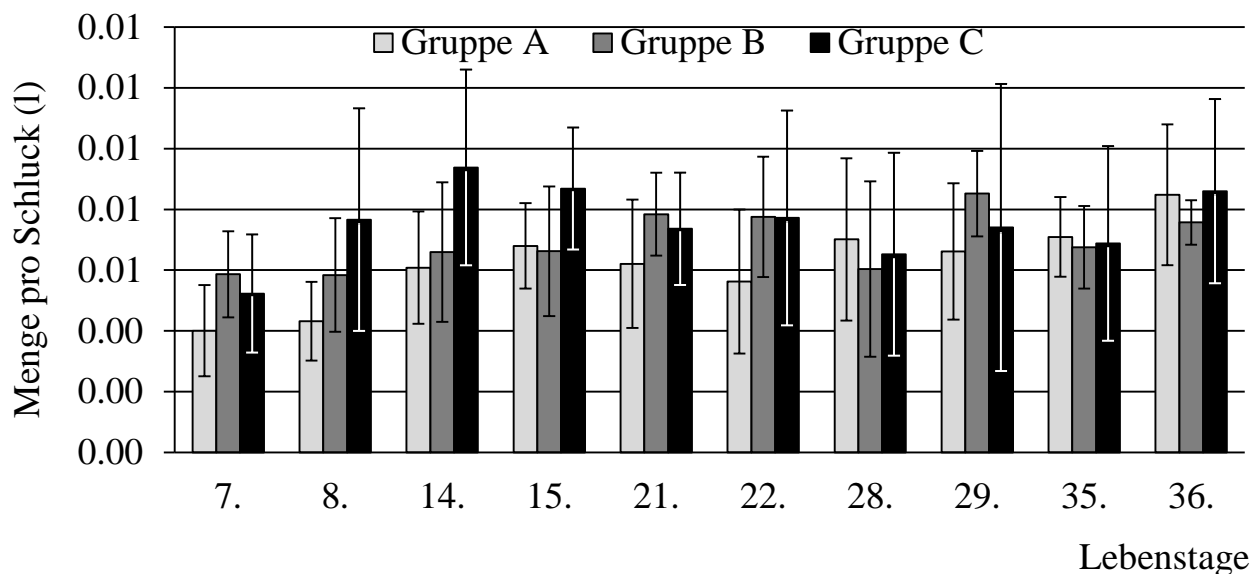


Abb. 3: Pro Schluck getrunkene Menge (l) bei je 6 Kälbern der Gruppen A, B und C an den Lebenstagen 7 bis 36 ($\bar{x} \pm s$)

6.6. Aufgenommene Milchmengen Gruppe C

Die von den Kälbern der Gruppe C (ad libitum getränkt) aufgenommenen Milchmengen variierten zwischen den 10 Untersuchungen und den 6 Kälbern stark (Tab. 6). Mit zunehmendem Alter und Körpergewicht war kein kontinuierlicher Anstieg erkennbar (Anhang 6). Die an den Tagen 7 bis 36 morgens aufgenommene Milchmenge variierte zwischen 4.1 (Tag 35) und 11.5 % (Tag 21) des Körpergewichts. Die einzelnen Kälber tranken durchschnittlich 6.9 (Nr. 1) bis 8.4 % (Nr. 5) des Körpergewichts.

Tab. 6: Auf das Körpergewicht bezogene morgendliche Trinkmenge (in %) bei den Kälbern der Gruppe C an den Tagen 7 bis 36

	Tag										
Kalb	7.	8.	14.	15.	21.	22.	28.	29.	35.	36.	\bar{x}
1	7.8	7.1	6.9	6.7	6.9	6.6	6.2	6.8	6.5	7.2	6.9
2	10.4	11.0	10.1	5.1	7.1	8.2	8.8	7.9	6.9	7.8	8.3
3	7.3	8.1	7.5	5.8	11.5	6.2	6.3	7.5	4.1	7.4	7.2
4	6.2	8.5	7.5	6.8	5.8	10.5	9.2	11.4	6.5	7.9	8.0
5	9.1	7.5	10.2	10.0	5.0	9.5	9.0	6.4	9.3	7.9	8.4
6	9.8	7.3	6.9	8.2	7.5	8.8	8.6	10.3	8.1	6.8	8.2
\bar{x}	8.4	8.3	8.2	7.1	7.3	8.3	8.0	8.4	6.9	7.5	7.8

6.7. Tageszunahmen der Gruppen A, B und C

Die durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen schwankten bei der Gruppe A zwischen 476 (Lebenstag 7) und 1131 g (Lebenstag 28), bei der Gruppe B zwischen 500 (Lebenstag 7) und 976 g (Lebenstag 28) und bei der Gruppe C zwischen 786 (Lebenstage 14 + 21) und 1405 g (Lebenstag 35) (Abb. 4).

Auf die fünfjährige Untersuchungsperiode bezogen war die tägliche Gewichtszunahme mit durchschnittlich 1000 g bei der Gruppe C am grössten, gefolgt von der Gruppe B mit 786 g und der Gruppe A mit 738 g.

Bei allen 3 Gruppen kam es von der Geburt bis zum 35. Lebenstag zu einer durchschnittlichen Gewichtszunahme von 47 (A), 46 (B) und 41 kg (C) auf 73 (A), 74 (B) und 76 kg (C) (Abb. 5) Die Gewichtszunahme war bei den Kälbern der Gruppe C signifikant grösser ($P < 0.05$) als bei denjenigen der Gruppen A und B, welche sich nicht unterschieden.

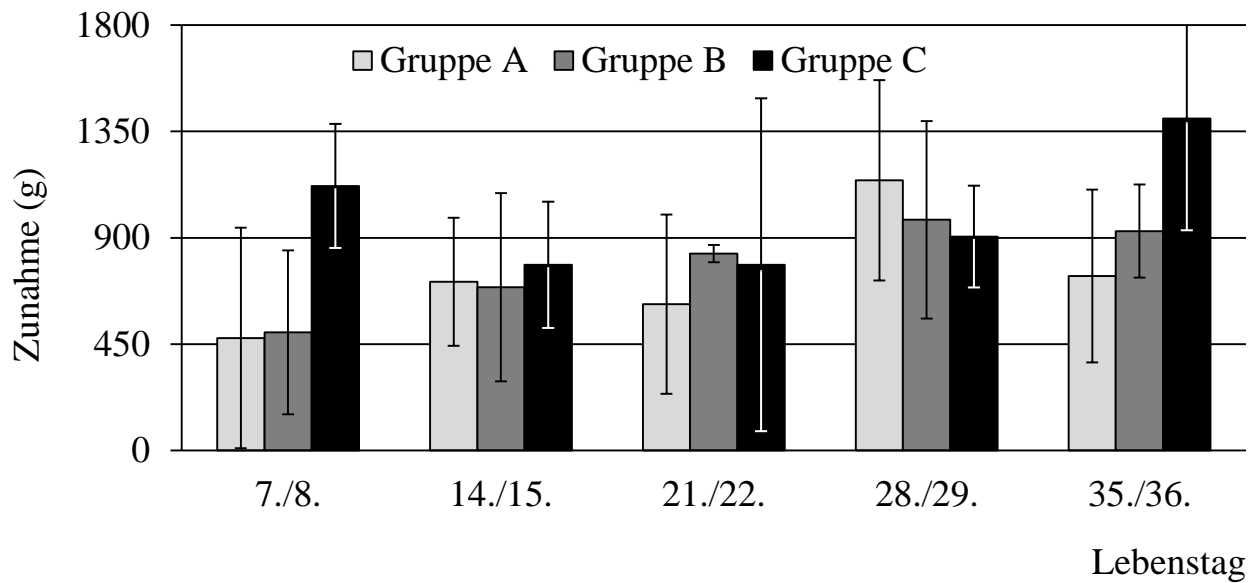


Abb. 4: Tägliche Gewichtszunahme bei je 6 Kälbern der Gruppen A, B und C an den Lebenstagen 7 bis 36 ($\bar{x} \pm s$)

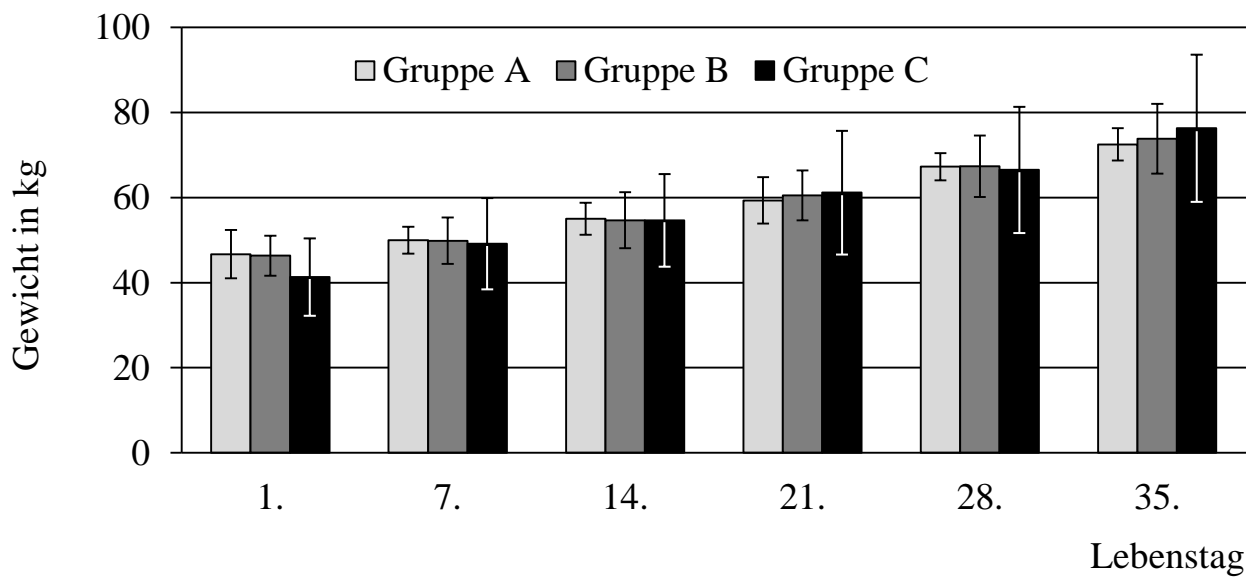


Abb. 5: Absolutes Gewicht bei je 6 Kälbern der Gruppen A, B und C an den Lebenstagen 1 bis 35 ($\bar{x} \pm s$)

6.8. Untersuchungen bei 6 gedrenchten Kälbern (Gruppe D)

6.8.1. Haube vor, während und nach dem Drenchen

Die Haube konnte aufgrund des Alters von 7 bis 9 Tagen vor der Milcheingabe bei keinem der Kälber sicher dargestellt werden. Während des Drenchens war die in die Haube einfließende Milch bei jedem Kalb als turbulente Strömung sichtbar (Abb. 6). Zudem konnte die Wabenstruktur der Haube als Folge der kontrastierenden Milch erkannt werden. 15 Minuten nach dem Drenchen war in der Haube immer noch Milch zu sehen. Der Haubeninhalt nahm nach der Tränke im Vergleich zum Befund vor der Tränke subjektiv an Volumen ab.

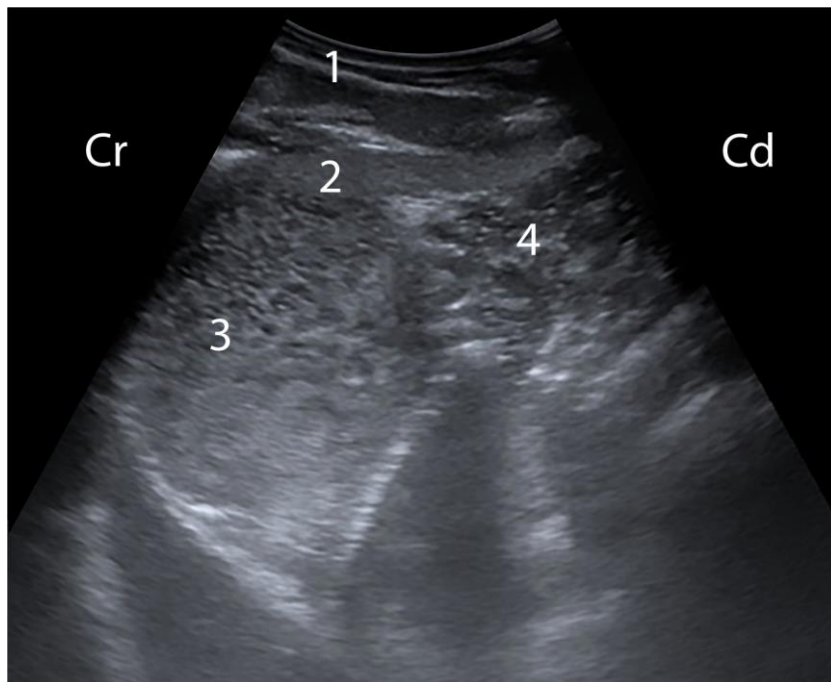


Abb. 6: Sonographische Befunde an der Haube während des Drenchens (Kalb 24). Die Untersuchung erfolgte am 7. Lebenstag paramedian links mit einem 4-MHz-Konvexschallkopf. Die Haube liegt dorsal der Milz. Die in die Haube verabreichte Milch ist von echogener und inhomogener Beschaffenheit. Kaudal der Haube sind Teile des Labmagens zu sehen, in dem sich ebenfalls Flüssigkeit befindet. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Milz, 3 Haube, 4 Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal

6.8.2. Ventraler Pansensack vor, während und nach dem Drenchen

Der ventrale Pansensack konnte vor, während und nach dem Drenchen bei keinem der Kälber sicher dargestellt werden, da die Kälber noch sehr jung waren.

6.8.3. Labmagen vor, während und nach dem Drenchen

Der Labmagen war vor der Tränke bei allen 6 Kälbern sichtbar und mit wenig homogener Flüssigkeit gefüllt. In der Regel waren Labmagenfalten zu erkennen. Bei allen 6 Tieren war der Einstrom der Milch in den Labmagen zu sehen. Nach 15 Minuten konnte auch bei den gedrenchten Kälbern eine Milchgerinnung beobachtet werden.

6.8.4. Pansensaftbefunde vor und nach dem Drenchen

Der Pansensaft war 12 Stunden vor dem Drenchen bei 4 Kälbern hellgrün und bei je einem Kalb milchig-trüb bzw. grau (Tab. 7). Der Geruch war bei allen Kälbern unauffällig. Die Konsistenz aller Pansensaftproben war wässrig. Der pH-Wert lag zwischen 6.0 und 7.0 und die D-Laktatwerte variierten zwischen 0.14 und 1.33 mmol/l (0.48 ± 0.44 mmol/l).

Bei 5 Kälbern war der Pansensaft 12 Stunden nach dem letzten Drenchen milchig-trüb und bei einem Kalb war er grün (Tab. 8). Der Geruch war bei drei Kälbern aromatisch, bei zwei Kälbern säuerlich-stechend und bei einem Kalb muffig-faul. Bei drei Kälbern wies der Pansensaft eine fadenziehende und bei zwei Kälbern eine wässrige Konsistenz auf. Bei einem Kalb wurde geronnene Milch aus dem Pansen gewonnen. Der pH-Wert betrug bei drei Kälbern 5.0, bei zwei Kälbern 4.0 und bei einem Kalb 3.0. Die Laktatwerte lagen zwischen 17.87 und 53.31 mmol/l (43.86 ± 14.16 mmol/l).

Tab. 7: Pansensaftbefunde vor dem Drenchen bei 6 Kälbern der Gruppe D

Kalb	Farbe	Geruch	Konsistenz	pH-Wert	D-Laktat (mmol/l)
1	Hellgrün	Unauffällig	Wässrig	7.0	0.49
2	Milchig-trüb	Unauffällig	Wässrig	7.0	0.36
3	Hellgrün	Unauffällig	Wässrig	7.0	0.14
4	Hellgrün	Unauffällig	Wässrig	7.0	1.33
5	Hellgrün	Unauffällig	Wässrig	6.0	0.14
6	Grau	Unauffällig	Wässrig	6.0	0.42

Tab. 8: Pansensaftbefunde 12 Stunden nach dem Drenchen bei 6 Kälbern der Gruppe D

Kalb	Farbe	Geruch	Konsistenz	pH-Wert	D-Laktat (mmol/l)
1	Milchig-trüb	Säuerlich- stechend	Geronnen	3.0	40.91
2	Milchig-trüb	Muffig-faul	Fadenziehend	5.0	53.31
3	Grün	Aromatisch	Wässrig	5.0	20.15
4	Milchig-trüb	Aromatisch	Fadenziehend	4.0	17.87
5	Milchig-trüb	Aromatisch	Fadenziehend	4.0	31.60
6	Milchig-trüb	Säuerlich- stechend	Wässrig	5.0	45.33

6.8.5. Blutbefunde vor, während und nach dem Drenchen

Der durchschnittliche pH-Wert variierte in der Messperiode 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen zwischen 7.36 und 7.40 (Abb. 7, Tab. 9) und die Basenabweichung zwischen 2.7 und 5.7 mmol/l (Abb. 8, Tab. 10). Beide Parameter veränderten sich im Verlauf der Untersuchungsperiode nicht signifikant.

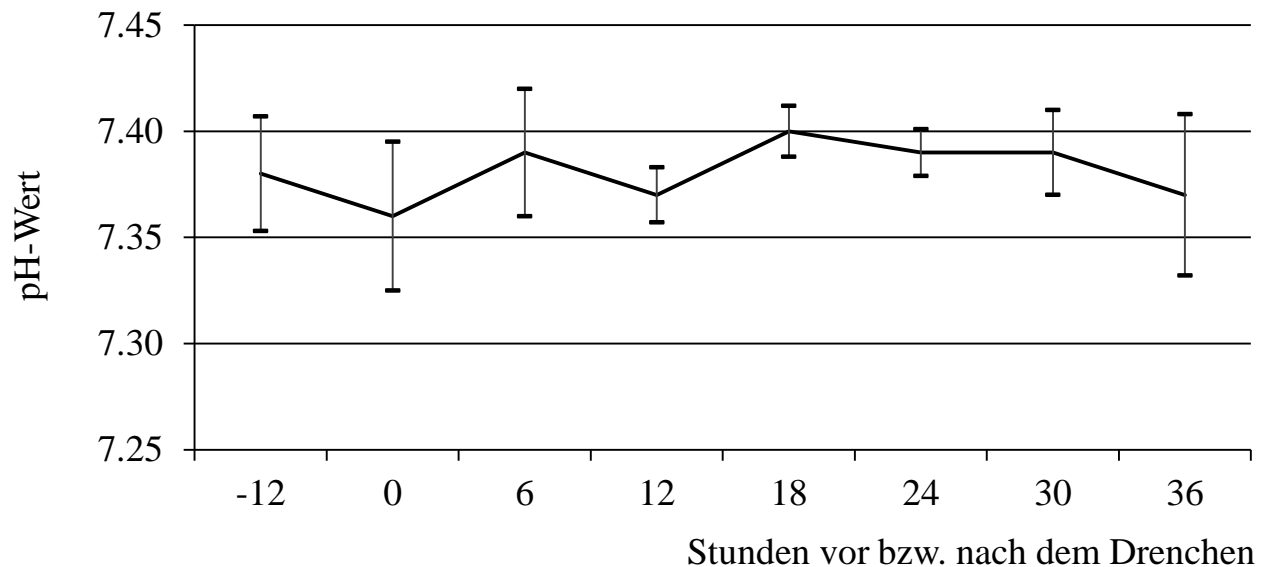


Abb. 7: Verlauf des Blut-pH-Werts bei 6 Kälbern 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen ($\bar{x} \pm s$)

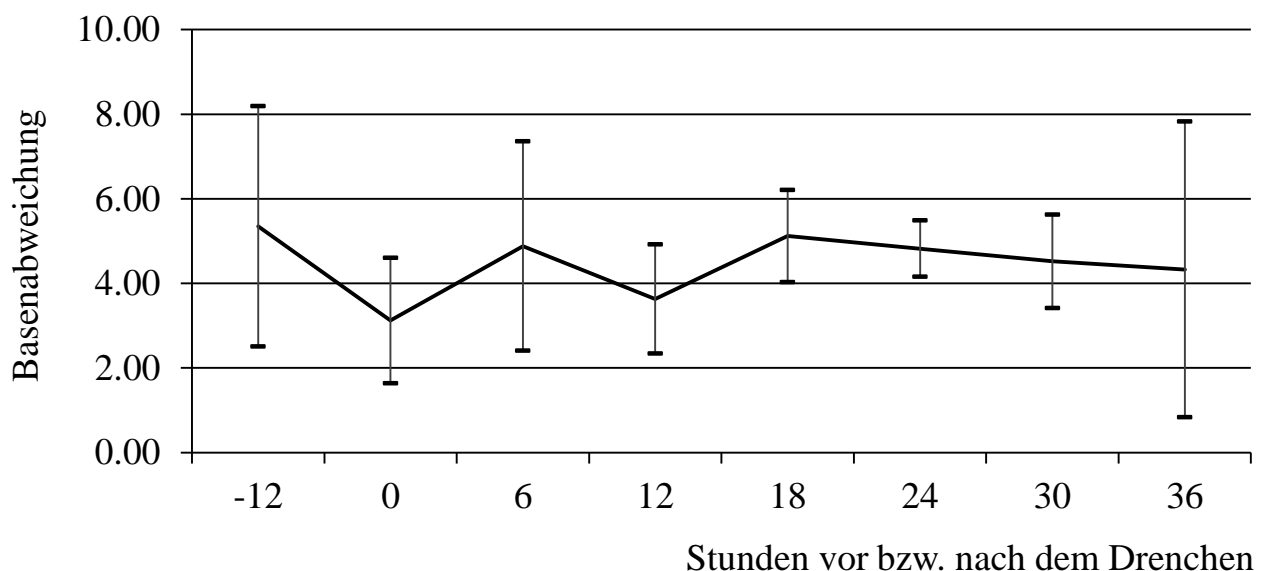


Abb. 8: Verlauf der Basenabweichung (mmol/l) bei 6 Kälbern 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 9: Blut-pH-Werte bei 6 Kälbern der Gruppe D 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen

Zeitpunkt	Kalb						
	1	2	3	4	5	6	\bar{x}
- 12 h	7.42	7.40	7.38	7.37	7.38	7.34	7.38
0 h	7.29	7.37	7.38	7.38	7.37	7.38	7.36
6 h	7.39	7.42	7.37	7.41	7.34	7.39	7.39
12 h	7.36	7.36	7.38	7.39	7.36	7.41	7.38
18 h	7.39	7.41	7.39	7.41	7.39	7.38	7.40
24 h	7.38	7.40	7.38	7.40	7.38	7.40	7.39
30 h	7.38	7.40	7.39	7.38	7.36	7.42	7.39
36 h	7.37	7.40	7.33	7.35	7.34	7.43	7.37
\bar{x}	7.37	7.40	7.38	7.39	7.37	7.39	–

Tab. 10: Basenabweichung (mmol/l) bei 6 Kälbern der Gruppe D 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen

Zeitpunkt	Kalb						
	1	2	3	4	5	6	\bar{x}
- 12 h	7.3	9.5	1.9	3.6	3.5	6.3	5.4
0 h	0.9	3.5	1.7	4.1	4.7	3.8	3.1
6 h	5.9	6.5	1.7	8.2	2.5	4.5	4.9
12 h	4.6	1.9	2.6	4.4	3.1	5.2	3.6
18 h	6.2	7.3	4.2	5.8	4.8	5.4	5.6
24 h	4.7	6.0	4.9	4.9	4.3	4.1	4.8
30 h	4.8	5.9	3.4	4.1	3.3	5.6	4.5
36 h	3.3	5.0	1.3	3.8	1.7	10.9	4.3
\bar{x}	4.7	5.7	2.7	4.9	3.5	5.7	–

6.8.6. D-Laktat-Konzentration bei 6 Kälbern der Gruppe D

Die durchschnittliche D-Laktat-Konzentration stieg vom Zeitpunkt -12 bis zum Zeitpunkt 30 Stunden von 0.15 auf 1.93 mmol/l an und sank danach auf 1.7 mmol/l ab (Abb. 9). Die Konzentrationsveränderungen waren allerdings nicht signifikant. Der Anstieg der D-Laktat-Konzentration war nicht mit klinisch abnormen Befunden gekoppelt.

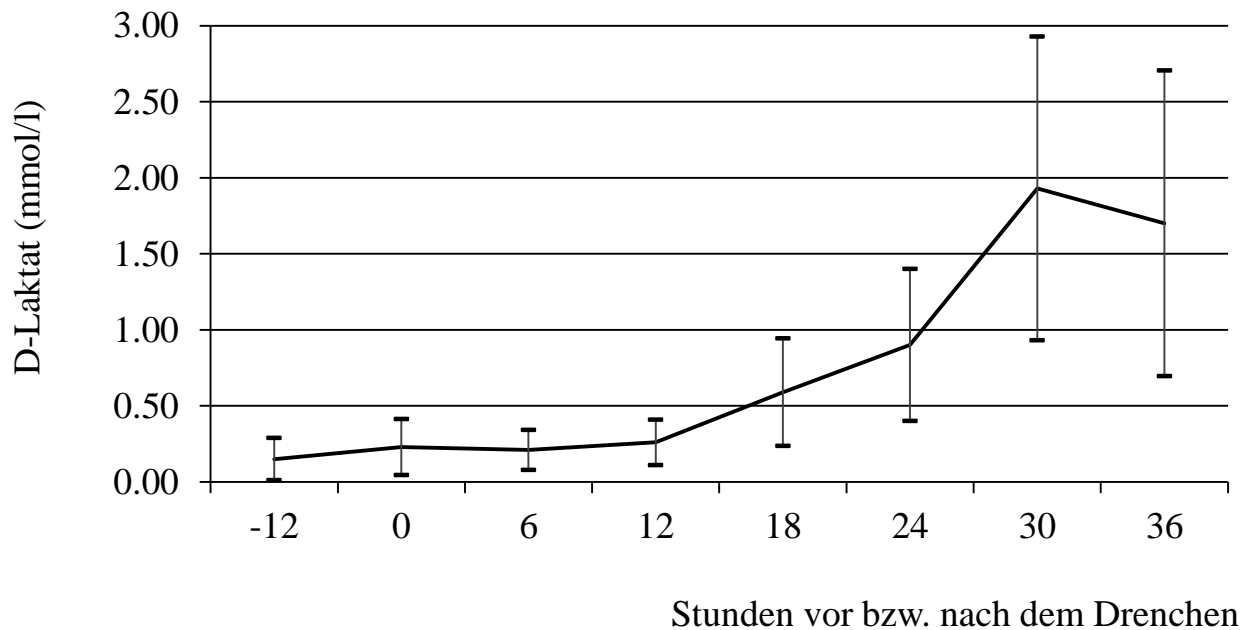


Abb. 9: Verlauf der D-Laktat-Konzentration bei 6 Kälbern der Gruppe D 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 11: D-Laktatwerte (mmol/l) im Serum bei 6 Kälbern der Gruppe D 12 Stunden vor bis 36 Stunden nach dem Drenchen

Zeitpunkt	Kalb						
	1	2	3	4	5	6	\bar{x}
- 12 h	0.36	0.29	0.05	0.09	0.03	0.08	0.15
0 h	0.53	0.36	0.12	0.19	0.08	0.07	0.23
6 h	0.42	0.25	0.17	0.27	0.10	0.06	0.21
12 h	0.45	0.35	0.22	0.36	0.11	0.08	0.26
18 h	0.98	0.85	0.61	0.75	0.24	0.08	0.59
24 h	1.53	0.96	1.12	1.19	0.42	0.20	0.90
30 h	2.47	1.38	2.75	3.19	1.03	0.78	1.93
36 h	3.42	1.97	2.07	0.95	0.95	0.83	1.70
\bar{x}	1.27	0.80	0.89	0.87	0.37	0.27	—

7. DISKUSSION

7.1. Erkrankungen während der Untersuchungszeit

Da die Kälber täglich klinisch untersucht wurden, konnten Gesundheitsstörungen schnell entdeckt und behandelt werden (Anhang 4). Trotzdem entwickelten viele Kälber Durchfallerkrankungen, in deren Verlauf auch die Sauglust beeinträchtigt war und nicht bei jeder Tränke die gesamte angebotene Milch getrunken wurde. Kälber mit hochgradigem Durchfall bekamen zusätzlich zweimal täglich 1 Liter Elektrolyttränke, um den erhöhten Flüssigkeits- und Elektrolytbedarf zu decken. Diese Tränke könnte mit eine Rolle bei der reduzierten Sauglust gespielt haben, da sie eventuell auch zur Sättigung der Kälber beitrug. Andere Ursachen für eine verminderte Sauglust sind Magen-Darm-Infektionen, Labmagenentzündungen und -geschwüre, abrupte Futterumstellungen, übermässige Milchaufnahme oder andere Stresssituationen (DIRKSEN, 1970; DIRKSEN, 1976; VAN BRUINESSEN-KAPSENBERG et al., 1982). Auch ein Vitamin-E- und/ oder Selen-Mangel kann zur Saugunlust führen (BOSTEDT, 1980; SCHOLZ, 1989). Da der Milcheinstrom in den Labmagen bei jeder Untersuchung dargestellt werden konnte, konnte trotz des Krankheitszustands auf einen funktionierenden Schlundrinnenreflex geschlossen werden. Der Gesundheitszustand an den jeweiligen Untersuchungstagen ist aus Anhang 2 ersichtlich.

7.2. Untersuchungen bei den Kälbern der Gruppen A, B und C

7.2.1. Sonographische Untersuchungen

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am stehenden Tier durchgeführt. Die Kälber waren nur mit einem Halfter fixiert, um das Trinken nicht zu beeinflussen. Vor allem in der Eingewöhnungszeit (Untersuchungen am 7. und 8. Lebenstag) waren die Untersuchungen nicht ganz einfach, da die Kälber sehr nervös waren und nicht still stehen wollten. Dies wurde allerdings mit jeder Untersuchung besser. Die sonographische Untersuchung beim Kalb wurde wie in früheren Untersuchungen

durchgeführt (BRAUN und GAUTSCHI, 2012; BRAUN und GAUTSCHI, 2013; BRAUN et al., 2013; BRAMMERTZ, 2014; BRAUN, 2016). Die Schallköpfe erwiesen sich als hervorragend für die Untersuchungen.

Befunde vor dem Tränken

Wie auch von anderen Autoren beschrieben konnte die Haube nicht von Anfang an sicher dargestellt werden. Laut KRÜGER (2012) und BRAMMERTZ (2014) ist sie erst ab der zweiten Lebenswoche sichtbar. Dies war auch in dieser Arbeit der Fall. Auch konnte, wie von den beiden Autorinnen beschrieben, ab diesem Zeitpunkt häufig die Milz zwischen der Bauchwand und der Haube dargestellt werden.

Im Gegensatz zu den Beobachtungen von GAUTSCHI (2010), welche die Vormägen und den Labmagen von Pansentrinkern sonographisch untersuchte, waren die Haubenleisten und die Bienenwabenstruktur der Haubenschleimhaut in dieser Arbeit nicht erkennbar. Da sich die Haubenwand als echogene Linie darstellte und kein Inhalt zu sehen war, wurde daraus geschlossen, dass sich vor der Tränke keine Flüssigkeit in der Haube befand.

Die Grösse des Pansens nimmt mit dem Älterwerden der Kälber zu (SCHNETZLER, 2012; BRAMMERTZ, 2014) und daraus resultierte, dass dieser mit jeder neuen Untersuchungsreihe besser und sicherer zu identifizieren war. Mit Hilfe der sonographischen Untersuchung konnte ausgeschlossen werden, dass sich Flüssigkeit im Pansen oder Pansenvorhof befand. Die Beobachtungen decken sich mit denen von BRAMMERTZ (2014) insofern, als dass der Pansen sonographisch nur von dorsal und nicht von ventral dargestellt werden konnte, da er zum Zeitpunkt der Untersuchung noch sehr klein war und der Labmagen das Volumen im ventralen Abdomen einnahm. Bei der Geburt beträgt der prozentuale Anteil des Pansens am Gesamtvolumen 47.7 %, derjenige des Labmagens 43.1 % (RÜSSE und SINOWATZ, 2010). Die vollständige Entwicklung der Vormägen erfolgt erst nach

der Geburt mit der Aufnahme von Raufutter (RÜSSE und SINOWATZ, 2010). Im vorliegenden Projekt bekamen die Kälber erst nach Beendigung des Versuchs Kraftfutter angeboten und die Heuaufnahme war in den ersten fünf Lebenswochen sehr gering.

Der Labmagen war bei jeder Untersuchung am eindeutigsten identifizierbar und stellte sich wie in früheren Untersuchungen (KRÜGER, 2012; BRAUN und GAUTSCHI, 2013; BRAMMERTZ, 2014) dar. Er war immer überwiegend links der Medianen zu erkennen. Über den Untersuchungszeitraum konnte keine deutliche Grössenabnahme des Labmagens beobachtet werden.

Vor der Tränke stellte sich der Inhalt des Dünndarms, wie von PADELGSCHWIND und STOCKER (2002) und BRAUN (2009) beschrieben, sehr variabel und heterogen dar. Ursache war vermutlich die individuelle und altersabhängige unterschiedliche Aufnahme von Heu durch die Kälber. Am häufigsten war der Dünndarminhalt vor der Tränke anechogen mit stark echogenen, frei schwimmenden Partikeln.

Befunde während des Tränkens

Das Eintreffen der Milch im Labmagen konnte, wie von GAUTSCHI (2010), KRÜGER (2012) und BRAMMERTZ (2014) beschrieben, während der Tränke bei allen drei Gruppen ausserordentlich gut beobachtet werden. Zuerst konnte im kranioventralen Teil des Labmagens ein pulsationsartiges Einströmen der Milch dargestellt werden. In Übereinstimmung mit BRAMMERTZ (2014) konnte ebenfalls während der Milchaufnahme eine Zunahme des Abstands zwischen den Labmagenfalten beobachtet werden. Diese Beobachtung lässt auf eine Dehnung der Labmagenwand schliessen, da die Schleimhautfalten am entspannten Organ nicht verstreichbar sind (KÖNIG und LIEBICH, 2009).

Die Haube konnte wie von BRAUN und GAUTSCHI (2012) beschrieben während der Tränke nie dargestellt werden, da sie durch den immer grösser werdenden

Labmagen aus dem Bild verdrängt wurde. Dadurch war die Beurteilung, ob bei einer Milchmenge von über 12 % des Körpergewichts Flüssigkeit in den Hauben-Pansen-Raum eintrat, mittels Sonographie nicht möglich. Um diese Frage genauer zu klären, müsste z. B. ein Kontrastmittel mit der Milch verabreicht und durch spätere radiologische Aufnahmen die Verteilung in den Vormägen und im Labmagen beurteilt werden.

Befunde nach dem Tränken

Die Haube konnte wie von BRAUN und GAUTSCHI (2012) und BRAMMERTZ (2014) beschrieben 15 Minuten nach der Tränke bei keiner der 180 Untersuchungen dargestellt werden.

Im ventralen Pansensack war keine hyperechogene Flüssigkeit zu erkennen, wie es von BRAUN und GAUTSCHI (2013) bei Pansentrinkern beschrieben wurde. Wenn davon ausgegangen wird, dass das gesamte Volumen der Kälbermägen nach der Geburt nach einer ad-libitum-Tränke im Durchschnitt bei 2.7 Liter liegen soll (FLOR et al., 2012), müsste bei grösseren Milchmengen die Milch im Hauben-Pansen-Raum oder im Duodenum zu sehen sein. Da die Haube während und nach der Tränke aber nicht darstellbar war und der Labmagen sich im Abdomen stark vergrösserte, kann davon ausgegangen werden, dass die Milchmenge im Pansen zu gering war, um sie sonographisch darzustellen, oder dass der Labmagen den noch sehr unterentwickelten Pansen der Milchkälber verdeckte.

Der Labmagen war nach dem Tränken deutlich vergrössert. Er breitete sich nach lateral weit über die Mediane und nach kaudal bis in die Nabel- und Inguinalgegend aus. Dies stimmt mit früheren Untersuchungen überein (BRAUN und GAUTSCHI, 2012; KRÜGER, 2012; BRAMMERTZ, 2014). Bei grösseren Milchmengen war auch eine weitere Ausdehnung festzustellen. In der ad-libitum-Gruppe war das Abdomen auch von aussen deutlich vergrössert, die Kälber waren nach der Tränke sehr träge und legten sich im Stall schnell nieder.

Um festzustellen, wie schnell die getrunkene Milch aus dem Labmagen ins Duodenum weitertransportiert wird, ist die Ultraschalluntersuchung nicht die geeignetste Methode. Um den Weitertransport von flüssiger und fester Nahrung zu messen, ist die Szintigraphie der Goldstandard (REHM 2002; URBAIN 2006). Mittels radioaktiv markiertem Futter wurde bei gesunden Kühen und Ziegen nachgewiesen, dass bei Kühen die Hälfte des Labmageninhalts in 11 und bei Ziegen in 20 Minuten weiter transportiert wird (JONES und POULSEN, 1974). FARTASHVAND et al. (2014) vermuteten, dass die Zeitangaben aus dem Versuch von JONES und POULSEN (1974) eher einer Verteilung der radioaktiven Substanz im Labmagen entsprachen und sich nicht auf den tatsächlichen Ingestatransport bezogen, da die Messwerte in Bezug auf den Weitertransport von Nahrung deutlich länger ausfielen. 50 % des Labmageninhalts wurden bei Lämmern in 90 Minuten weitertransportiert. Bei saugenden Kälbern betrug die Halbwertszeit der Milchmenge im Labmagen zwischen 29 und 202 Minuten (MARSHALL et al., 2005). Bei Betrachtung der Entleerungsrate wird deutlich, dass es eher unwahrscheinlich ist, 15 Minuten nach der Tränke sonographisch Inhaltsunterschiede im Duodenum dokumentieren zu können.

Eine Zunahme der Darmperistaltik konnte im vorliegenden Projekt wie von PADEL-GSCHWIND und STOCKER (2002) beschrieben beobachtet werden.

7.2.2. Schluckverhalten in Abhängigkeit von der Milchmenge

Bei der Schluckauswertung wurde die Tränkedauer als die Zeit zwischen dem ersten Schluck und dem Zeitpunkt, zu dem die angebotene Milch komplett getrunken war oder das Kalb keine Sauglust mehr zeigte, definiert. Vor allem während der ersten Untersuchungen setzten die Kälber häufig vom Sauger ab und legten unterschiedlich lange Trinkpausen ein. Diese Zeitabschnitte hätten eigentlich von der gesamten Tränkedauer abgezogen werden müssen, um genauere Aussagen über

das Tränkeverhalten der Kälber treffen zu können. Sie wurden jedoch zeitlich nicht festgehalten.

7.2.3. Schluckzahl pro Minute (Gruppen A, B und C)

Eine Möglichkeit, weshalb Kälber mit höherer Tränkemenge weniger häufig schluckten, könnte sein, dass sie grössere Einzelschlucke zu sich nahmen. Aus der Abb. 3 ist ersichtlich, dass die Kälber der Gruppe C an den Untersuchungstagen 8, 14, 15 und 36 die grösste Milchmenge pro Schluck aufnahmen, gefolgt von den Kälbern der Gruppe B an den Tagen 7, 21 und 29 und denjenigen der Gruppe A an den Tagen 28 und 35. Am Tag 22 tranken die Kälber der Gruppen B und C gleich viel.

7.2.4. Schluckzahl pro Liter Milch (Gruppen A, B und C)

Die Kälber der Gruppe A wiesen an 7 Untersuchungstagen (Abb. 2) die höchste Schluckzahl pro Liter auf. Eventuell trinken Kälber, denen weniger Milch angeboten wird, hastiger und machen somit mehr Schlucke pro Liter.

7.2.5. Pro Schluck getrunzene Milchmenge (Gruppen A, B und C)

Vor allem in den ersten 2 Lebenswochen tranken die Kälber der Gruppe C grössere Milchmengen pro Schluck (Abb. 3) als diejenigen der Gruppen A und B. In den darauffolgenden Untersuchungen glichen sich die 3 Gruppen in Bezug auf die pro Schluck getrunzene Milchmenge einander an.

7.2.6. Ad-libitum-Milchaufnahme (Gruppe C)

In einer früheren Untersuchung (BORDERAS et al., 2009) betrug die in den ersten 3 Lebenswochen aufgenommene Milchmenge durchschnittlich 8.10 kg. In der vierten bis sechsten Lebenswoche stieg diese auf 9.99 kg an. Andere Untersucher (DE PAULA VIEIRA et al., 2008) ermittelten in den ersten Lebenswochen eine

Milchmenge von 8.5 Litern pro Tag. In der vorliegenden Studie tranken die Kälber der Gruppe C mehr Milch pro Tag (Anhang 5). Die höheren Trinkmengen im vorliegenden Versuch können evtl. damit begründet werden, dass die Versuchstiere nur morgens und abends ad libitum getränkt wurden und nicht den ganzen Tag Milch zur freien Verfügung hatten. Letzteres konnte am Tierspital nicht umgesetzt werden, da kein Tränkeautomat zur Verfügung stand.

7.2.7. Tageszunahmen der Kälber der Gruppen A, B und C

Die ad libitum getränkten Kälber der Gruppe C wiesen in den 6 Versuchswochen insgesamt deutlich höhere Tageszunahmen auf als die Kälber der Gruppen A und B. Die Kälber der Gruppe A hatten ein durchschnittliches Anfangsgewicht von 46.7 und ein Endgewicht von 72.5 kg; bei denjenigen der Gruppen B und C stieg es von 46.3 kg auf 73.8 kg bzw. von 41.3 kg auf 76.3 kg an (Anhang 3). In den Untersuchungen von BORDERAS et al. (2009) wurden geringere Tageszunahmen erzielt. Die Autoren untersuchten das Trinkverhalten von Kälbern, welche restriktiv bzw. ad libitum mit Milchaustauscher und Vollmilch an einem Automaten gefüttert wurden. In der vorliegenden Studie und in der Untersuchung von BORDERAS et al. (2009) wurde Vollmilch an die Kälber vertränkt. Im Gegensatz zu BORDERAS et al. (2009) wurde den Kälbern in der vorliegenden Studie ausser Milch nur Heu, jedoch kein Kraftfutter zugefüttert. Möglicherweise nahmen die Kälber dadurch mehr Milch auf, was zu höheren Tageszunahmen führte. Der im Hinblick auf die Tageszunahmen bedeutendste Unterschied besteht im Geschlecht der Versuchstiere: In der vorliegenden Studie wurden nur männliche Versuchstiere verwendet, während es in der Untersuchung von BORDERAS et al. (2009) 23 weibliche und nur 5 männliche Kälber waren. Dies könnte die höheren Tageszunahmen erklären. In beiden Versuchen handelte es sich um Kälber der Holstein-Friesian-Rasse, was den Rückschluss erlaubt, dass die Rasse vermutlich keinen Einfluss auf die unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Studien ausübte. Auch

JASPER und WEARY (2002) erreichten nicht die gleich hohen Tageszunahmen wie BORDERAS et al. (2009). Bei diesen Autoren erreichten die ad libitum getränkten Kälber vom 2. bis zum 36. Lebenstag durchschnittliche Tageszunahmen von 780 g. Die Kälber wurden ebenfalls mit Kraftfutter zugefüttert. Es handelte sich ausschliesslich um weibliche Tiere.

Auch die Haltung und Betreuung könnte einen Einfluss auf das aufgenommene Milchvolumen haben. So muss für die Auswertung berücksichtigt werden, ob die Kälber einzeln oder in Gruppen gehalten werden und wie intensiv die Betreuung ist. Die Kälber am Tierspital bekamen vom Pflegepersonal sehr viel Aufmerksamkeit und Zuwendung. Sie wurden zwar einzeln gehalten, hatten aber immer Sichtkontakt zu anderen Kälbern.

7.3. Untersuchungen bei den gedrenchten Kälbern

7.3.1. Sonographische Befunde

Es konnte bei den vorliegenden Untersuchungen keine Milch im Pansen nachgewiesen werden. Möglicherweise war die Milchmenge im Pansen zu gering, um sie sonographisch darzustellen. BRAUN und GAUTSCHI (2013) konnten bei 10 Pansen-trinker-Kälbern sonographisch Flüssigkeit im Pansen nachweisen. Diese Kälber waren aber deutlich älter (13 bis 90 Tage, \bar{x} = 31.7 Tage) als die im vorliegenden Versuch verwendeten.

7.3.2. Pansensaftbefunde vor und nach dem Drenchen

Die Untersuchungen zeigten, dass der pH-Wert des Pansensafts 12 Stunden nach dem Drenchen sank und dass somit durch das Drenchen eine Azidität der Hauben- und Pansenflüssigkeit verursacht worden war. Jedoch erkrankte keines der 6 Kälber an einer klinischen Pansenazidose mit Verschlechterung des Allgemeinzustands, metabolischer Azidose oder Ruminitis (Schleimhautfetzen im Pansensaft) wie es in früheren Arbeiten (GENTILE et al., 1998; RADEMACHER und

FRIEDRICH, 2003; RADEMACHER et al., 2003) beschrieben wurde. Alle 6 Kälber waren bei der Vollmilcheingabe via Kälberdrencher gesund. Wahrscheinlich wurde die Milch, wie bei LATEUR-ROWET und BREUKINK (1983), innerhalb von drei Stunden aus den Vormägen in den Labmagen und das Duodenum weitertransportiert, sodass sich durch das nur dreimalige Drenchen keine klinische Pansenazidose entwickelte. Inwiefern das Drenchen über einen längeren Zeitraum einen negativen Einfluss auf den Gesundheitszustand von Kälbern hat und ob kranke Kälber, welche gedrencht werden, eine Pansenazidose entwickeln könnten, kann anhand dieser Studie nicht beurteilt werden.

7.3.3. Blutgasbefunde bei den gedrenchten Kälbern

Interessanterweise entwickelte während des Versuchs keines der 6 Kälber eine metabolische Azidose. Im Versuch von GENTILE et al. (2004) wurde gesunden Kälbern über mehrere Tage unbehandelte Vollmilch per Magensonde eingegeben, um die Hypothese zu überprüfen, ob Pansentrinken zu einer metabolischen D-Laktatazidose führen kann. Es wurde dreimal pro Tag 1 Liter Milch verabreicht. Bis auf ein Kalb entwickelten alle Tiere rasch eine schwere metabolische Azidose. In der vorliegenden Arbeit war jedoch bei keinem Kalb innerhalb von 36 Stunden nach der ersten Eingabe eine metabolische Azidose nachweisbar. Im Gegensatz zu GENTILE et al. (2004) wurde die Milch nicht via Magensonde eingegeben, sondern es wurde ein Kälberdrencher benutzt. Über eine Magensonde gelangt die Milch direkt in den Pansen, während die vorliegenden Ultraschalluntersuchungen bei der Applikation mit einem Kälberdrencher darauf hindeuten, dass ein Grossteil der Flüssigkeit unmittelbar in den Labmagen floss. Es ist anzunehmen, dass der Schlundrinnenreflex bei der Eingabe zumindest teilweise ausgelöst wurde oder dass die Milch direkt über den Pansen in den Labmagen weiterfloss. Weiterhin wurden die Versuchskälber nur dreimal in Folge gedrencht und nicht wie von GENTILE et al. (2004) über mehrere Tage. Diese Unterschiede in der Versuchs-

durchführung könnten dafür verantwortlich sein, dass die Tiere in der vorliegenden Arbeit trotz der grösseren Milchmengen (4.6 bis 6.0 Liter pro Tag) keine metabolische Azidose entwickelten. Möglicherweise muss eine grössere Laktatmenge über einen längeren Zeitraum auf die Pansenschleimhaut einwirken, um eine Schädigung zu verursachen. Interessant wäre im Nachhinein die weitere Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der Blut-pH-Werte gewesen.

D-Laktat-Werte

Beim Vergleich der D-Laktatkonzentrationen im Serum vor (Mittelwert 0.15 mmol/l) und nach dem Drenchen (Mittelwert 1.69 mmol/l) mit den Ergebnissen anderer Autoren wird deutlich, dass diese in den vorliegenden Untersuchungen nur gering anstiegen. EWASCHUK et al. (2004) verglichen die D-Laktatkonzentrationen im Blut von gesunden und von an Durchfall erkrankten Kälbern. Die gesunden wiesen durchschnittliche D-Laktat-Konzentrationen von 1.4 mmol/l, die kranken signifikant höhere von 13.9 mmol/l auf. Auch in den Untersuchungen von GENTILE et al. (2004), welche den Kälbern mit der Sonde Milch in den Pansen verabreichten, lag die höchste D-Laktatkonzentration bei 11.5 mmol/l. Bei GRUDE (2003) wiesen Pansentrinker-Kälber Werte von durchschnittlich 6.95 mmol/l auf.

7.4. Schlussbemerkung

Die Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass die Tränkemenge keinen Einfluss auf den Transport der Milch in den Labmagen ausübte. Insbesondere konnte auch bei der ad-libitum-Tränke kein Zurückfliessen von Milch aus dem Labmagen in den Pansen beobachtet werden. Des Weiteren führte das dreimalige Drenchen von Kälbern nicht zu einer Pansenazidose.

8. LITERATURVERZEICHNIS

APPLEBY, M. C., D. M. WEARY and B. CHUA (2001): Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 191-201.

BORDERAS, T. F., A. M. B. DE PASSILLÉ and J. RUSHEN (2009): Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 92, 2843-2852.

BOSTEDT, H. (1980): Über die ernährungsbedingte Muskeldystrophie bei Jungtieren in den ersten Lebenstagen und -wochen. *Prakt. Tierarzt* 61, 45-50.

BRAMMERTZ, C. (2014): Überprüfung der Schlundrinnenfunktion bei Kälbern und Jungrindern mittels sonographischer Untersuchung. Dissertation, Universität Zürich.

BRAUN, U. and O. MARMIER (1995): Ultrasonographic examination of the small intestine of cows. *Am. J. Vet. Res.* 136, 239-244.

BRAUN, U. (1997): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Parey Buchverlag, Berlin.

BRAUN, U. (2009): Ultrasonography of the gastrointestinal tract in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 25, 567-590.

BRAUN, U. and A. GAUTSCHI (2012): Ultrasonography of the reticulum, rumen, omasum, and abomasum in 10 calves before, during, and after ingestion of milk. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 154, 287-297.

BRAUN, U. and A. GAUTSCHI (2013): Ultrasonographic examination of the forestomachs and the abomasum in ruminal drinker calves. *Acta Vet. Scand.* 55, 1.

BRAUN, U., S. KRÜGER and M. HÄSSIG (2013): Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during the first 100 days of life in calves. *Res. Vet. Sci.* 95, 326-333.

BRAUN, U. (2016): Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum, abomasum, and liver in calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 32, 85-107.

BURGSTALLER, G. (1979): Praktische Rinderfütterung. Hrsg. G. Comberg, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 105-106.

CONSTABLE, P. D., G. Y. MILLER, G. F. HOFFSIS, B. L. HULL and D. M. RINGS (1992): Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *Am. J. Vet. Res.* 53, 1184-1192.

DENNIS, S. M., T. G. NAGARAJA and E. E. BARTLEY (1981): Effects of lasalocid or monensin on lactate-producing or -using rumen bacteria. *J. Anim. Sci.* 52, 418-426.

DE PAULA VIEIRA, A., V. GUESDON, A. M. DE PASSILLÉ, M. A. G. VON KEYSERLINGK and D. M. WEARY (2008): Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109, 180-189.

DIRKSEN, G. (1970): Indigestionen der Saug- und Absetzkälber. In: *Krankheiten des Rindes*, Hrsg. G. Rosenberger, Parey Buchverlag, Berlin und Hamburg.

DIRKSEN, G. (1976): Nicht infektiionsbedingte Magen-Darm-Krankheiten des Kalbes und des Jungrindes. *Prakt. Tierarzt* 58, 86-92.

DIRKSEN, G. (2006): Krankheiten der Verdauungsorgane und der Bauchwand. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*, 5. Auflage, Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber, Parey Buchverlag, Stuttgart, 457-462.

DIRKSEN, G. und T. BAUR (1991): Pansenazidose beim Milchkalb infolge Zwangsfütterung. *Tierärztl. Umschau* 46, 257-261.

DUNLOP, R. H. (1972): Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. *Adv. Vet. Sci.* 16, 259-302.

EWASCHUK, J. B., J. M. NAYLOR and G. A. ZELLO (2003): Anion gap correlates with serum D- and DL-lactate concentration in diarrheic neonatal calves. *J. Vet. Intern. Med.* 17, 940-942.

EWASCHUK, J. B., J. M. NAYLOR, R. PALMER, S. J. WHITING and G. A. ZELLO (2004): D-lactate production and excretion in diarrheic calves. *J. Vet. Intern. Med.* 18, 744-747.

FARTASHVAND, M., G. ASSADNASSAB, B. MAHMOUDIAN, M. MOHSENI and S. AFSHARFARNIA (2014): Scintigraphic evaluation of abomasal emptying rate in neonatal suckling lambs. *Iran. J. Vet. Res.* 47, 172-175.

FLOR, J., B. LINKE und P. SANFTLEBEN (2012): Möglichkeiten der Computertomographie zur Beurteilung der Mägenentwicklung beim Milchkalb. Züchtungskunde 84, 213-225.

GARY, L. A., G. W. SHERRITT and E. B. HALE (1970): Behavior of Charolais cattle on pasture. J. Anim. Sci. 30, 203-206.

GAUTSCHI, A. (2010): Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen von 30 Kälbern. Dissertation, Universität Zürich.

GENTILE, A., G. RADEMACHER, G. SEEMANN und W. KLEE (1998): Systemische Auswirkungen der Pansenazidose im Gefolge von Pansentrinken beim Milchkalb. Tierärztl. Prax. 26, 205-209.

GENTILE, A., S. SCONZA, I. LORENZ, G. OTRANTO, G. RADEMACHER, P. FAMIGLI-BERGAMINI and W. KLEE (2004): D-lactic acidosis in calves as a consequence of experimentally induced ruminal acidosis. J. Vet. Med. A 51, 64-70.

GODDEN, S. M. (2008): Colostrum management for dairy calves. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 24, 19-39.

GODDEN, S. M., D. M. HAINES, K. KONKOL and J. PETERSON (2009): Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. J. Dairy Sci. 92, 1758-1764.

GRUDE, T. (1999): Laktat in Blut, Harn und Pansensaft von Kälbern, insbesondere bei Pansentrinkern. Dissertation, Universität München.

GRUDE, T. (2003): Konzentration von L- und D-Laktat in Blut, Harn und Pansensaft von Kälbern, insbesondere von Pansentrinkern. Tierärztl. Prax. (G) 31, 72-77.

HAFEZ, E. S. E. and J. A. LINEWEAVER (1968): Suckling behaviour in natural and artificially fed neonate calves. J. Physiol. 25, 187-198.

HARMON, D. L., R. A. BRITTON and R. L. PRIOR (1983): In vitro rates of oxidation and gluconeogenesis from L(+)- and D(-) lactate in bovine tissues. Comp. Biochem. Physiol. 77, 365-368.

HASSPACHER, T. und H. H. SAMBRAUS (2005): Geburtsverhalten und Kälberaufzucht beim Bison in landwirtschaftlicher Haltung. Arch. Tierz. Dummerstorf 48, 157-173.

HINDERER, A., G. SEEMANN und W. KLEE (1999): Untersuchungen zur Auswirkung von Ad-libitum- und rationierter Milchtränkung auf Krankheitsverlauf und Körpermasseentwicklung bei jungen Kälbern mit Durchfall. Dtsch. tierärztl. Wschr. 106, 14-17.

JASPER, J. and D. M. WEARY (2002): Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. 85, 3054-3058.

JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON (2008): Fütterung der Rinder. In: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Aufl., Hrsg. W. Drochner. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 386-387.

JONES, B. E. V. and J. S. D. POULSEN (1974): Abomasal emptying rate in goats and cows measured by external counting of radioactive sodium chromate injected directly into the abomasum. Nord. Vet. Med. 26, 13-21.

JUNG, C. (2002): Sonographie der Lunge und des Abdomens beim bovinen Neonaten unter besonderer Berücksichtigung pathologischer Veränderungen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen.

KAMPHUES, J., M. COENEN, K. EDER, C. IBEN, E. KIENZLE, A. LIESEGANG, Q. ZEBELI und J. ZENTEK (2014): Postkolostrale Phase. In: Supplemente der Tierernährung, 12. Aufl., Hrsg. J. Kamphues, M. & H. Schaper Verlag, Hannover, 262-267.

KARLSON, P. (1994): Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. 14. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart und New York, 221-249.

KASKE, M., A. WERNER, H.-J. SCHUBERTH, J. REHAGE and W. KEHLER (2005): Colostrum management in calves: effects of drenching vs. bottle feeding. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 89, 151-157.

KASKE, M., H.-J. KUNZ und A. KOCH (2009): Alters- und bedarfsgerechte Kälberfütterung – Grundlagen einer erfolgreichen Aufzucht. Übersichten für Tierernährung 37, 179-200.

KIRCHGEßNER, M. (2011): Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. Aufl., Hrsg. M. Kirchgeßner, F. X. Roth, F. J. Schwarz, G. I. Stangl. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 424-429.

KLAHSEN, M., M. PRIES, C. VERHÜLSDONK, H. SIEBERS, H. WESTENDARP, D. GEHRMEYER und J. BAUMEISTER (2013): Einfluss einer ad libitum Versorgung am Tränkeautomaten in der ersten Hälfte der Tränkeperiode auf das Tränkeverhalten, die Körperentwicklung und die Gesunderhaltung der Kälber. Forum angewandte Forschung 9./10.4.2013, 1-4.

KOCH, G. (1968): Ethologische Studien an Rinderherden unter verschiedenen Haltungsbedingungen. Dissertation, Universität München.

KÖNIG, H. E. und H.-G. LIEBICH (2009): Verdauungsapparat. In: Anatomie der Haussäugetiere, 4. Aufl., Hrsg. H. E. König und H.-G. Liebich. Schattauer Verlag, Stuttgart, 333-337.

KRÜGER, S. (2012): Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Milz und Leber von Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 100 Tagen. Dissertation, Universität Zürich.

LATEUR-ROWET, H. J. M. and H. J. BREUKINK (1983): The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves. Vet. Quart. 5, 68-74.

LIDFORS, L. M., J. JUNG and A. M. DE PASSILLÉ (2010): Changes in suckling behaviour of dairy calves nursed by their dam during the first month post partum. Appl. Anim. Behav. Sci. 128, 23-29.

LORENZ, I., I. HARTMANN and A. GENTILE (2003): Determination of D-lactate in calf serum samples – an automated enzymatic assay. Comp. Clin. Path. 12, 169-171.

LORENZ, I. (2004): Investigations on the influence of serum D-lactate levels on clinical signs in calves with metabolic acidosis. Vet. J. 168, 323-327.

MACCARI, P., H.-J. KUNZ, U. ANDRESEN, A. KOCH und M. KASKE (2012): Eckpfeiler einer optimierten Kälberaufzucht. Prakt. Tierarzt 93, 818-829.

MADISON, J. B. and H. F. TROUTT (1988): Effects of hypocalcaemia on abomasal motility. Res. Vet. Sci. 44, 264-266.

MARCILLAUD, S., F. SCHELCHER et J. P. BRAUN (1999): Dosage des D-lactates plasmatiques, intervalle de valeurs usuelles chez le veau. *Revue Méd. Vét.* 150, 155-158.

MARMIER, O. (1993): Sonographische Untersuchungen am Darm des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

MARSHALL, T. S., P. D. CONSTABLE, S. S. CROCHIK and T. WITTEK (2005): Determination of abomasal emptying rate in suckling calves by use of nuclear scintigraphy and acetaminophen absorption. *Am. J. Vet. Res.* 66, 364-374.

NOURI, M. and P. D. CONSTABLE (2006): Comparison of two oral electrolyte solutions and route of administration on the abomasal emptying rate of Holstein-Friesian calves. *J. Vet. Intern. Med.* 20, 620-626.

NOURI, M. and P. D. CONSTABLE (2007): Effect of parenteral administration of erythromycin, tilmicosin, and tylosin on abomasal emptying rate in suckling calves. *Am. J. Vet. Res.* 68, 1392-1398.

NOURI, M., M. R. HAJIKOLAEI, P. D. CONSTABLE and A. OMIDI (2008): Effect of erythromycin and gentamicin on abomasal emptying rate in suckling calves. *J. Vet. Intern. Med.* 22, 196-201.

OMOLE, O. O., G. NAPPERT, J. M. NAYLOR and G. A. ZELLO (2001): Both L- and D-lactate contribute to metabolic acidosis in diarrheic calves. *J. Nutr.* 131, 2128-2131.

PADEL-GSCHWIND, D. und H. STOCKER (2002): Sonographische Untersuchungen am Darm des Kalbes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 146, 173-181.

RADEMACHER, G. und A. FRIEDRICH (2003): Untersuchungen zur Prognose von Kälbern mit Pansenazidose infolge Pansentrinkens. *Tierärztl. Umschau* 58, 63-70.

RADEMACHER, G., N. KORN und A. FRIEDRICH (2003): Der Pansentrinker als Patient in der Praxis. *Tierärztl. Umschau* 58, 115-125.

RADEMACHER, G. (2007): Kälberkrankheiten, 3. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 83-99.

RADEMACHER, G. (2013): Tränkung und Fütterung in den ersten Lebenswochen. In: Kälberkrankheiten, 5. Aufl., Hrsg. G. Rademacher. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 26-29.

REHM, P. K. (2002): Scintigraphic evaluation of gastric emptying. Appl. Radiol. 31, 26-32.

RICHARD, A. L., L. D. MULLER and A. J. HEINRICHS (1988): Ad libitum or twice daily feeding of acidified milk replacer to calves housed individually in warm and cold environments. J. Dairy Sci. 71, 2193-2202.

RÜSSE, I. und F. SINOWATZ (2010): Verdauungskanal und Anhangsorgane. In: Lehrbuch der Embryologie der Haustiere, 3. Aufl., Hohnholt GmbH, Bremen, 333-337.

SCHAER, S., M. HERRLI-GYGI, N. KOSMEAS, H. BOSCHUNG and A. STEINER (2005): Characteristics of acetaminophen absorption in healthy unweaned calves as an indirect measurement of the oroduodenal transit rate of liquid meals. J. Vet. Med. A 52, 325-332.

SCHEURMANN, E. (1974): Ethologische Aspekte neuzeitlicher Kälberhaltung. Collegium Veterinarium: Vorträge von Fortbildungskursen, Supplement zum Praktischen Tierarzt 4, 206-208.

SCHIPPER, I. A., T. COLVILLE, C. W. SAMUEL and A. MISEK (1984): The effects of intubation feeding of the newborn calf. ND Farm Res. 42, 14-17.

SCHNETZLER, C. (2012): Computertomographische Untersuchung des Abdomens von Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 105 Tagen. Dissertation, Universität Zürich.

SCHNORR, B. und M. KRESSIN (2011): Entwicklung der Verdauungsorgane. In: Embryologie der Haustiere, 6. Aufl., Enke Verlag, Stuttgart, 171-175.

SCHOLZ, H. (1989): Selen-/Vitamin-E-Mangel – Realität auch in unseren Rinderpraxen? Prakt. Tierarzt 70, 22-27.

SEN, I., P. D. CONSTABLE and T. S. MARSHALL (2006): Effect of suckling isotonic or hypertonic solutions of sodium bicarbonate or glucose on abomasal emptying rate in calves. Am. J. Vet. Res. 67, 1377-1384.

STANGASSINGER, M. und D. GIESECKE (1978): Untersuchungen zur Genese und Biochemie der Pansenacidose. 6. Renale Ausscheidung von Milchsäure-Isomeren. Zbl. Vet. Med. A 25, 597-607.

TREFZ, F. M., A. LORCH, M. FEIST, C. SAUTER-LOUIS and I. LORENZ (2012): Metabolic acidosis in neonatal calf diarrhea - clinical findings and theoretical assessment of a simple treatment protocol. J. Vet. Intern. Med. 26, 162-170.

URBAIN, J.-L. C. P. (2006): Gastrointestinal nuclear medicine. In: Diagnostic Nuclear Medicine, 2. Aufl., Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 127-134.

UYS, J. L., D. C. LOURENS and P. N. THOMPSON (2011): The effect of unrestricted milk feeding on the growth and health of Jersey calves. J. S. Afr. Vet. Assoc. 82, 47-52.

VAN BRUINESSEN-KAPSENBERG, E. G., T. WENSING und H. J. BREUKINK (1982): Indigestionen der Mastkälber infolge fehlenden Schlundrinnenreflexes. Tierärztl. Umschau 37, 515-517.

VLAMINCK, K., H. VAN MEIRHAEGHE, C. VAN DEN HENDE, W. OYAERT und E. MUYLLE (1985): Einfluss von Endotoxinen auf die Labmagenentleerung beim Rind. Dtsch. tierärztl. Wschr. 92, 345-448.

VON KEYSERLINGK, M. A. G., F. WOLF, M. HÖTZEL and D. M. WEARY (2006): Effects of continuous versus periodic milk availability on behavior and performance of dairy calves. J. Dairy Sci. 89, 2126-2131.

WALKER, D. E. (1962): Suckling and grazing behaviour of beef heifers and calves. N. Z. J. Agric. Res. 5, 331-338.

WIEDEMANN, S., P. HOLZ, H.-J. KUNZ, E. STAMER und M. KASKE (2015): Einfluss einer *ad libitum* Tränke von Holstein-Friesian Kälbern während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung sowie die Milchleistung und Futteraufnahme in der ersten Laktation. Züchtungskunde 87, 413-422.

WITTEK, T. and P. D. CONSTABLE (2005): Assessment of the effects of erythromycin, neostigmine, and metoclopramide on abomasal motility and emptying rate in calves. Am. J. Vet. Res. 66, 545-552.

WITTEK, T., P. D. CONSTABLE, T. S. MARSHALL and S. S. CROCHIK (2005): Ultrasonographic measurement of abomasal volume, location, and emptying rate in calves. *Am. J. Vet. Res.* 66, 537-543.

9. ANHANG

Anhang 1: Blutwerte der 24 Kälber der Gruppen A, B, C und D

Kalb	Gruppe	Gesamtei- weiss g/l	Leukozyten 10 ³ /μl	Thrombozyten 10 ³ /μl	Hämato- krit %
1	A	48	11.7	429	50
2	A	72	10.2	605	25
3	A	50	10.6	377	27
4	A	58	8.9	-	31
5	A	64	11.1	428	33
6	A	43	8.2	515	31
7	B	51	10.1	356	32
8	B	42	12.8	245	40
9	B	60	5.4	307	30
10	B	48	10.1	844	27
11	B	56	9.7	422	42
12	B	62	15.8	528	29
13	C	70	6.4	445	28
14	C	54	5.8	334	33
15	C	60	15.0	513	26
16	C	40	10.5	341	50
17	C	55	16.6	448	31
18	C	58	12.5	376	24
19	D	53	6.4	299	37
20	D	72	14.5	446	20
21	D	54	9.2	407	27
22	D	50	10.3	475	20
23	D	46	10.7	485	40
24	D	45	15.5	501	37

Anhang 2: Gesundheitszustand der 18 Kälber (Gruppen A, B, C) während der 10 Untersuchungen

Kalb	7. Lebenstag	8. Lebenstag	14. Lebenstag	15. Lebenstag	21. Lebenstag
1	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
2	Gesund	Gesund	DF; gute SL	DF; gute SL	Gesund
3	Gesund	Gesund	DF; gute SL	DF; gute SL	Gesund
4	Gesund	DF; gute SL	DF; gute SL	Gesund	Gesund
5	Nabelentz.; gute SL	Nabelentz.; gute SL	Gesund	gesund	gesund
6	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
7	Gesund	Gesund	DF; schlechte SL	DF; schlechte SL	Gesund
8	Gesund	Gesund	Gesund	DF; gute SL	Gesund
9	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
10	Gesund; schlechte SL	Gesund; schlechte SL	Gesund	Gesund	Gesund
11	DF; gute SL	DF; gute SL	Gesund	Gesund	Gesund
12	Nabelentz.; gute SL	Nabelentz.; gute SL	Gesund	Gesund	Gesund
13	Gesund	Gesund	DF; mässige SL	DF; gute SL	Gesund
14	Gesund	Nabelentz.; gute SL	Gesund	Gesund; mässige SL	Gesund
15	AP; mässige SL	AP; mässige SL	AP, mässige SL	AP, mässige SL	Gesund
16	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
17	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	DF; mässige SL
18	DF; gute SL	DF; gute SL	DF; schlechte SL	Gesund	Gesund

DF Durchfall, SL Sauglust, AP Aspirationspneumonie, Nabelentz. Nabelentzündung

Fortsetzung Anhang 2:

Kalb	22. Lebenstag	28. Lebenstag	29. Lebenstag	35. Lebenstag	36. Lebenstag
1	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
2	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
3	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
4	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
5	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
6	Gesund	Gesund	Gesund	DF; gute SL	DF; gute SL
7	Gesund	Gesund	Gesund	BP, schlechte SL	BP; schlechte SL
8	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
9	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
10	Gesund	DF; gute SL	DF; gute SL	Gesund	Gesund
11	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
12	Gesund	Gesund	Gesund; mässige SL	Gesund; mässige SL	Gesund; mässige SL
13	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
14	Gesund	Gesund	Gesund; mässige SL	Gesund	Gesund
15	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund; mässige SL	Gesund
16	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
17	DF, gute SL	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund
18	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund	Gesund

DF Durchfall, SL Sauglust, BP Bronchopneumonie

Anhang 3: Gewichtsentwicklung (kg) bei 18 Kälbern der Gruppen A, B und C

		Geburt	7./8.	14./15.	21./22.	28./29.	35./36
A	1	36.0	44.0	49.0	51.0	63.0	65.0
	2	49.0	51.0	53.0	59.0	66.0	73.0
	3	49.0	50.0	57.0	59.0	67.0	73.0
	4	45.0	52.0	56.0	58.0	69.0	75.0
	5	49.0	50.0	55.0	61.0	66.0	74.0
	6	52.0	53.0	60.0	68.0	73.0	75.0
$\bar{x} \pm s$		46.7 \pm 5.7	50.0 \pm 3.2	55.0 \pm 3.7	59.3 \pm 5.5	67.3 \pm 3.4	72.5 \pm 3.8
B	1	47.0	54.0	61.0	66.0	74.0	80.0
	2	54.0	56.0	63.0	68.0	77.0	85.0
	3	49.0	54.0	56.0	63.0	67.0	74.0
	4	43.0	47.0	50.0	55.0	60.0	65.0
	5	41.0	44.0	46.0	55.0	59.0	64.0
	6	44.0	44.0	52.0	56.0	67.0	75.0
$\bar{x} \pm s$		46.3 \pm 4.7	49.8 \pm 5.5	54.7 \pm 6.6	60.5 \pm 5.9	67.3 \pm 7.2	73.8 \pm 8.2
C	1	48.0	58.0	61.0	62.0	71.0	81.0
	2	29.0	35.0	42.0	43.0	48.0	58.0
	3	41.0	48.0	53.0	61.0	67.0	74.0
	4	55.0	65.0	73.0	86.0	92.0	108.0
	5	38.0	44.0	50.0	58.0	63.0	70.0
	6	37.0	45.0	49.0	51.0	58.0	67.0
$\bar{x} \pm s$		41.3 \pm 9.1	49.2 \pm 10.7	54.7 \pm 10.9	60.2 \pm 14.5	66.5 \pm 14.8	76.3 \pm 17.3

Anhang 4 A: Medikamentöse Behandlung der Kälber 1 bis 12 während der ersten 55 Lebenstage¹

Kalb												
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,9					8	8	8	8			
2	1,2,9				8	6,8	8	8	8			
3	1				8	8	8	8	8			
4					8	8	8	8	2,6,8			
5					8	8	8	8	8			
6					8	8	8	8	8			
7					8	8	8	8	8			
8					5,8	5				5		5
9					5	5				5	1,2,7	5
10				1,7,8	5	5				2,5,13	1,7,13	5
11		1,7,8		1,7,8	5	5				5	1,7	5
12		1,7,8		1,7,8	5	5				5	1	5
13		1,7,8		1,8							1	
14		1,8	1,7,8	1,8							1	
15		1,8	1,7,8	1,8						1,7	1	
16		1,8	1,7,8	8				1,7		1,7		
17		8	1,8					1,7		1,7		
18			1,8					1,7		1		
19			8					1		1		
20			8					1				
25			14									
27			1									
28			1							8		
29			1							8		
30			1							8		
31			1							8		
32										8		
33						6				8		
34						3,4				8		
35						4						
36						4						
37						4						
38						4						
39						4						
40						4						

Fortsetzung Anhang 4 A:

Kalb												
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
43										3		
44											10,11	
46											11	
48											11	
50											4,12	
51											4,12	
52											4,12	
53											4,12	
54											4,12	
55											4,12	

¹Die zweite Zeile des Anhangs enthält die Nummern der Kälber. In den weiteren Zeilen sind die verabreichten (nummerierten) Medikamente an den einzelnen Tagen aufgeführt. Tage, an denen kein Kalb medikamentös behandelt wurde, sind nicht aufgelistet.

Anhang 4 B: Medikamentöse Behandlung der Kälber 13 bis 24 während der ersten 38 Lebenstage¹

Kalb												
Tag	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	8											
2	8									6		
3	8			1		1,2,13						
4	8			1,5		1						
5	8			1,5		1		6				
6	8			5		1						
7	8			5		1						
8				5		1						
9					14	1		1,7				
10								1,7				
11		5					1,8	1,7				
12		5					1,8	1				
13		5					1,8	1,8			1,7,8	
14		5					1,8	1,8			1,7,8	
15		5					1,8	8			1,7,8	
16						8	8	8			1,8	
17						8	8	8			1,8	
18	1					8		8			8	
19	1		14		1	8		8			8	
20	1	6,13			1	8						
21	1				1,8	8						
22	1				1,8	8						
23					1,8							
24					8							
25					8							
26					8							
27					8							
33			1									
34			1									
35			1									
36			1									
37			1									
38			1									

¹Die zweite Zeile des Anhangs enthält die Nummern der Kälber. In den weiteren Zeilen sind die verabreichten (nummerierten) Medikamente an den einzelnen Tagen aufgeführt. Tage, an denen kein Kalb medikamentös behandelt wurde, sind nicht aufgelistet.

Verzeichnis der in den Spalten des Anhangs aufgeführten Medikamenten-Nummern

- 1 Advocid[®] (Zoetis Schweiz GmbH, Zürich, Schweiz): Danofloxacin, 1.25mg/kg KG, i.v.
- 2 Aquavit[®] (Werner Stricker AG, Zollikofen, Schweiz): α -Tocopherol-3 Cholecalciferol - Retinol, 6 ml pro Tier, s.c.
- 3 Baycox[®] (Provet AG): Toltrazuril, 15mg/kg KG, oral
- 4 Borgal[®] (MSD Animal Health GmbH): Sulfadoxin-Trimethoprim, 15mg/kg KG, i.v.
- 5 Clamoxyl[®] (Zoetis Schweiz GmbH): Amoxicillin, 7mg/kg KG, i.m.
- 6 Ferridex[®] (Werner Stricker AG): Eisen-Dextran, 4 ml pro Kalb, i.m.
- 7 Flunixin[®] (Dr. E. Graeb AG, Bern, Schweiz): Flunixin, 1.1mg/kg KG, i.v.
- 8 Halocur[®] (MSD Animal Health GmbH): Halofuginon, 100 μ g/kg KG, per os
- 9 Locatim[®] (Biokema SA): spezifische Antikörper gegen Rotavirus und Coronavirus, Haftfaktoren *E. coli* und Serotypen *E. coli*, 0.5ml/kg KG, i.v.
- 10 Metacam[®] (Boehringer Ingelheim Schweiz GmbH): Meloxicam, 0.5mg/kg KG, i.v.
- 11 Nuflor[®] (MSD Animal Health GmbH): Florfenicol, 40mg/kg KG, s.c.
- 12 Tandozin[®] (Dr. E. Graeb AG): Sulfadimidin-Sulfamethoxypyridazin, 10ml/kg KG, i.v.
- 13 Tocoselenit[®] (Dr. E. Graeb AG): α -Tocopherol-Natriumselenit, 0.2mg/kg KG, s.c.
- 14 Vetalgin[®] (MSD Animal Health GmbH): Metamizol, 20mg/kg KG, i.v.

Anhang 5: Tränkemenge, Tränkedarer und Schlucke der 18 Kälber Gruppen A, B und C

Gruppe	Kälb	Tag 7						Tag 8					
		Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Minu- te	Menge pro Schluck	Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Mi- nute	Menge pro Schluck
A	1	2.6	6.0	733	282	122	0.004	2.6	4.0	490	188	123	0.005
	2	3.1	6.3	654	211	104	0.005	3.1	8.0	855	276	106	0.004
	3	3.0	5.2	738	246	141	0.004	3.0	4.3	621	207	143	0.005
	4	3.1	6.0	785	253	131	0.004	3.1	6.5	780	252	120	0.004
	5	3.0	17.1	2385	795	139	0.001	3.0	12.4	1796	599	145	0.002
	6	3.2	4.2	557	174	133	0.006	3.2	5.2	687	215	132	0.005
B	1	4.5	8.1	939	209	116	0.005	4.1	6.4	810	198	127	0.005
	2	3.6	10.0	1306	363	131	0.003	3.8	7.5	1020	268	136	0.004
	3	4.3	5.2	681	158	131	0.006	4.3	5.3	673	157	126	0.006
	4	4.5	6.2	703	156	113	0.006	4.5	4.0	466	104	116	0.010
	5	4.3	5.2	606	141	117	0.007	4.3	5.4	612	142	113	0.007
	6	3.8	5.5	701	184	129	0.005	2.0	5.5	378	189	68	0.005
C	1	2.8	10.1	994	355	99	0.003	2.5	10.1	910	364	90	0.003
	2	3.5	5.5	666	190	121	0.005	3.5	4.0	446	127	112	0.008
	3	3.5	9.0	443	127	49	0.008	3.9	7.3	324	83	44	0.012
	4	4.0	7.4	769	192	104	0.005	5.5	6.4	736	134	115	0.007
	5	4.0	4.3	507	127	118	0.008	3.3	5.1	359	109	71	0.009
	6	4.4	8.1	879	200	109	0.005	3.3	10.2	1189	360	117	0.003

Fortsetzung Anhang 5:

Gruppe	Käse	Tag 14						Tag 15					
		Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Minu- te	Menge pro Schluck	Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Mi- nute	Menge pro Schluck
A	1	3.0	4.0	506	169	127	0.006	3.0	4.0	526	175	132	0.006
	2	3.2	6.5	784	245	121	0.004	3.2	5.2	600	188	116	0.005
	3	3.4	4.2	596	175	142	0.006	3.4	4.2	581	171	138	0.006
	4	3.4	3.1	412	121	133	0.008	3.4	3.2	435	128	136	0.008
	5	3.3	3.5	529	160	152	0.006	3.3	3.0	426	129	142	0.008
	6	3.6	2.6	393	109	153	0.009	3.6	3.1	413	115	133	0.009
B	1	4.2	7.0	783	186	112	0.005	4.1	5.3	658	160	124	0.006
	2	4.2	9.4	1149	274	123	0.004	2.1	5.5	605	288	110	0.003
	3	4.9	9.0	457	93	51	0.011	4.9	5.1	535	109	105	0.009
	4	5.0	4.2	598	120	142	0.008	5.0	3.3	521	104	157	0.010
	5	4.4	5.5	781	178	141	0.006	4.4	4.4	627	143	143	0.007
	6	4.0	4.3	530	133	123	0.008	4.0	6.3	766	192	122	0.005
C	1	3.7	5.1	711	192	139	0.005	3.7	5.5	758	205	138	0.005
	2	4.1	2.5	302	74	120	0.014	4.1	4.2	459	112	111	0.009
	3	4.0	8.0	334	84	42	0.012	3.1	7.4	316	102	43	0.010
	4	5.5	6.4	736	134	115	0.007	5.0	6.5	767	153	118	0.007
	5	5.1	3.6	456	89	127	0.011	5.0	5.2	501	100	97	0.010
	6	3.4	7.1	449	132	63	0.008	5.5	5.2	652	119	124	0.008

Fortsetzung Anhang 5:

Gruppe	Käse	Tag 21						Tag 22					
		Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Minu- te	Menge pro Schluck	Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Mi- nute	Menge pro Schluck
A	1	3.0	6.4	907	302	142	0.003	3.0	6.0	817	272	136	0.004
	2	3.5	5.1	542	155	106	0.006	3.5	6.2	743	212	119	0.005
	3	3.5	5.6	852	243	153	0.004	3.5	5.4	790	226	148	0.004
	4	3.5	2.5	383	109	154	0.009	3.5	2.4	387	111	161	0.009
	5	3.6	3.2	502	139	155	0.007	3.6	3.5	550	153	157	0.007
	6	4.0	4.5	671	168	148	0.006	4.0	3.1	442	111	143	0.009
B	1	4.3	4.3	529	123	123	0.008	4.3	4.3	579	135	136	0.007
	2	3.0	6.2	628	209	102	0.005	3.0	5.1	679	226	132	0.004
	3	5.3	4.1	590	111	143	0.009	5.3	4.4	656	124	149	0.008
	4	5.4	4.3	628	116	147	0.009	5.4	3.5	557	103	159	0.010
	5	5.0	6.6	662	132	101	0.008	3.1	6.1	606	195	99	0.005
	6	4.4	4.2	589	134	139	0.007	4.4	3.3	473	108	145	0.009
C	1	4.4	5.1	705	160	138	0.006	4.4	7.2	1066	242	148	0.004
	2	4.5	5.1	609	135	119	0.007	4.5	4.1	464	103	112	0.010
	3	7.0	8.6	1163	166	136	0.006	3.8	5.1	394	104	77	0.010
	4	5.0	6.1	682	136	112	0.007	9.0	5.4	672	75	124	0.013
	5	2.9	4.3	260	90	60	0.011	4.0	6.0	773	193	129	0.005
	6	3.8	6.1	488	128	80	0.008	4.5	7.0	777	173	111	0.006

Fortsetzung Anhang 5:

Gruppe	Kälb	Tag 28						Tag 29					
		Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Minu- te	Menge pro Schluck	Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Mi- nute	Menge pro Schluck
A	1	3.8	4.2	600	158	144	0.006	3.8	6.1	856	225	141	0.004
	2	4.0	9.3	1184	296	127	0.003	4.0	5.5	707	177	128	0.006
	3	4.0	6.4	897	224	140	0.004	4.0	6.1	858	215	141	0.005
	4	4.1	3.0	426	104	142	0.010	4.1	3.0	426	104	142	0.010
	5	4.0	3.3	520	130	156	0.008	4.0	3.0	442	132	147	0.009
	6	4.4	3.2	445	101	141	0.010	4.4	3.4	581	132	172	0.008
B	1	4.4	5.1	729	166	143	0.006	4.8	4.3	623	130	144	0.008
	2	4.2	6.4	863	205	135	0.005	3.8	4.3	417	110	97	0.009
	3	6.0	4.4	667	111	152	0.009	6.0	4.5	659	110	146	0.009
	4	6.2	3.1	471	76	150	0.013	5.8	4.1	557	96	136	0.010
	5	4.6	6.4	852	185	134	0.005	3.9	6.3	659	169	105	0.006
	6	4.8	6.5	795	166	123	0.006	4.8	4.4	605	126	139	0.008
C	1	4.7	5.1	800	170	157	0.006	4.7	5.4	830	177	153	0.006
	2	5.4	6.3	753	139	120	0.007	4.4	6.4	729	166	113	0.006
	3	4.2	8.0	836	199	105	0.005	5.0	6.0	570	114	95	0.009
	4	8.5	6.0	708	83	118	0.012	10.5	5.0	603	57	120	0.017
	5	5.6	4.3	515	92	120	0.011	4.0	4.5	403	101	89	0.010
	6	5.0	10.3	1390	278	134	0.004	6.0	9.3	1341	224	144	0.004

Fortsetzung Anhang 5:

Gruppe	Kalb	Tag 35						Tag 36					
		Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Minu- te	Menge pro Schluck	Tränke- menge (l)	Tränke- dauer (Min.)	Anzahl Schlucke	Schlucke pro Liter	Schlucke pro Mi- nute	Menge pro Schluck
A	1	3.8	4.2	639	168	151	0.006	3.8	7.0	833	219	119	0.005
	2	4.4	4.4	556	126	128	0.008	4.4	4.4	566	129	128	0.008
	3	4.4	5.1	736	167	144	0.006	4.4	6.2	870	198	141	0.005
	4	4.5	3.4	512	114	150	0.009	4.5	3.3	466	104	142	0.010
	5	4.4	3.3	520	118	160	0.008	4.4	3.1	454	103	146	0.010
	6	4.5	5.4	717	159	132	0.006	4.5	3.4	490	109	146	0.009
B	1	5.2	5.4	732	141	135	0.007	5.8	5.4	795	137	149	0.007
	2	4.0	5.0	636	159	126	0.006	4.5	5.3	726	161	138	0.006
	3	3.6	5.2	461	128	90	0.008	4.8	5.6	603	126	109	0.008
	4	5.2	6.1	813	156	133	0.006	6.8	6.2	867	128	139	0.008
	5	1.6	5.0	337	211	67	0.005	3.8	5.2	527	139	101	0.007
	6	5.2	4.5	570	110	128	0.009	5.2	4.5	609	117	137	0.009
C	1	5.1	6.1	939	184	153	0.005	5.1	6.1	921	181	150	0.006
	2	3.5	6.5	454	130	70	0.008	5.0	5.0	495	99	99	0.010
	3	3.0	6.2	496	165	80	0.006	5.5	6.5	700	127	108	0.008
	4	7.0	4.4	542	77	122	0.013	8.5	5.5	645	76	117	0.013
	5	6.5	5.3	616	95	116	0.011	5.5	5.1	589	107	117	0.009
	6	5.4	9.0	1124	208	124	0.005	4.5	6.6	883	196	135	0.005

Anhang 6: Gewicht und Milchmenge bei 6 Kälbern der Gruppe C

Lebens- tag	Kalb 1		Kalb 2		Kalb 3		Kalb 4		Kalb 5		Kalb 6	
	Gewicht (kg)	Milch- menge (l)	Gewicht (kg)	Milch- menge (l)	Gewicht (kg)	Milch- menge (l)	Gewicht (kg)	Milch- menge (l)	Gewicht (kg)	Milch- menge (l)	Gewicht (kg)	Milch- menge (l)
7.	58	4.5	35	3.6	48	3.5	65	4.0	44	4.0	45	4.4
8.	58	4.1	35	3.8	48	3.9	65	5.5	44	3,3	45	3.3
14.	61	4.2	42	4.2	53	4.0	73	5.5	50	5.1	49	3.4
15.	61	4.1	42	2.1	53	3.1	73	5.0	50	5.0	49	4.0
21.	62	4.3	43	3.0	61	7.0	86	5.0	58	2.9	51	3.8
22.	62	4.1	43	3.5	61	3.8	86	9.0	58	5.5	51	4.5
28.	71	4.4	48	4.2	67	4.2	92	8.5	63	5.6	58	5.0
29.	71	4.8	48	3.8	67	5.0	92	10.5	63	4.0	58	6.0
35.	81	5.2	58	4.0	74	3.0	108	7.0	70	6.5	67	5.4
36.	81	5.8	58	4.5	74	5.5	108	8.5	70	5.5	67	4.5

10. LEBENSLAUF

Name	Manon Kochan
Geburtsdatum	31. Mai 1984
Geburtsort	Königs Wusterhausen, Brandenburg, Deutschland
Nationalität	Deutsch
1990-1991	Grundschule Berlin
1991-1994	Grundschule Ostrach
1994-1996	Störck-Gymnasium Bad Saulgau
1996-2000	Reinhold-Frank-Realschule Ostrach
2000–2001	Vorpraktikum im Evangelischen Kindertagheim in Pfullendorf
2001-2003	Ausbildung zur Jugend- und Heimerzieherin am Institut für soziale Berufe in Ravensburg
2003–2004	Anerkennungsjahr auf der Jugendfarm Elsentel in Stuttgart
2004–2007	Kolping-Kolleg Institut zur Erlangung der allgemeinen Hochschulreife in Stuttgart
2007–2013	Studium der Veterinärmedizin an der FU Berlin
2013	Approbation an der FU Berlin
2013–2016	Intern, Assistentin und Doktorandin in der Klinik für Wiederkäuer des Departements für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich.

11. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei ganz wunderbaren Menschen, die mir begegnet sind, bedanken:

Herrn Prof. em. Dr. Dr. h. c. Ueli Braun für die Vergabe des Themas, die Übernahme des Referats, die Menschlichkeit und die vielen lehrreichen Momente in den letzten 3 Jahren.

Frau Prof. Dr. Stefanie Ohlerth für die Übernahme des Korreferats.

Stephanie van Brüssel, Manuela Stettler und Miriam Schwellinger für die tolle Zeit und die Freundschaft.

Meinen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung für Nutztiermedizin, Nutztierchirurgie, Fortpflanzungsmedizin und Ambulanz.

Dr. Christian Gerspach für die vielen witzigen Momente, die frühen Morgenstunden beim Seminar, das freundliche Miteinander und seine Erreichbarkeit bei Verzweiflung.

Prof. Dr. Martin Kaske für die Weitergabe von interessanten Papers, das Einführen ins Drenchen und die wertvollen Diskussionen.

Prof. Dr. Ulrich Bleul für die Hilfe beim Kapitel Laktatstoffwechsel.

Dem Veterinärmedizinischen Labor (Prof. Dr. R. Hofmann-Lehmann) und dem Labor der Klinik für Wiederkäuer der Tierärztlichen Fakultät der Universität München (Dr. Frank Weber) für die schnelle Bearbeitung meiner Proben.

Sonja Warislohner für die vielen schönen gemeinsamen Stunden mit Nele im Zürcher Wald.

Allen Tierpflegerinnen und Tierpflegern für die liebevolle Pflege und Tränke der Kälber.

Meinen Eltern, meinem Onkel, meiner Schwester und ihrem Freund für die liebevolle Unterstützung bei meinem bis jetzt grössten Werk.

Meinem Freundeskreis, der immer für mich da ist.

Corinna Krautter für die aufbauenden Telefonate und die ablenkungsreichen Besuche.

Sofia Klein, Fanny Ebert, Helena Fieseler und Tina Mauke für die tolle Zeit während des Studiums. Ohne Euch hätte ich das nie durchgestanden. Ihr seid die wahren Helden.

Claudia Walser für die Hilfe bei jeglichen Excel-Problemen und die innige Freundschaft.

Boaz Abraham für die Aufnahme in seinem Heim und die sehr sehr lustige Wohngemeinschaft.

Simon Rotheneder für das Korrekturlesen, das WG-Leben und die gute Zusammenarbeit.

Dr. Frank Bootz für die wertvollen spontanen freien Stunden, damit die Dissertation vorankommt.

Den Studentinnen Michèle von Büren, Isabelle Specker und Anna Keller für die Hilfe bei den Tränke- und Drenchversuchen in den frühen Morgenstunden.

Allen Landwirten für das Überlassen ihrer Kälber.

Konstantin Mozer für die Erstellung meiner Statistik.